



委託單位

內政部營建署

承辦單位

下水道工程技術研發計畫團隊

國立臺灣大學土木工程學系
國立中興大學土木工程學系
國立台灣科技大學營建工程系
國立台北科技大學土木工程系
中原大學土木工程系

編製單位

國立中興大學土木工程學系

Construction Technology Development For Sewer Systems Engineering

污水下水道修繕計畫擬定標準作業手冊



下水道工程技術研發計畫



編製日期:98年12月

目錄

第一章、	緒論.....	1
第二章、	下水道修繕計畫擬訂標準作業.....	2
2.1	管線檢視.....	4
2.2	結構狀況評估.....	8
2.3	結構狀況分級.....	8
2.4	維修方案評選.....	8
第三章、	污水下水道修繕操作紀錄表.....	17
3.1	管線資料表.....	17
3.2	結構狀況評分表.....	18
3.3	結構狀況調查表.....	21
3.4	修繕方式評選表.....	24
第四章、	結語.....	28
參考文獻	29
附 錄	30

第一章、緒論

隨著生活品質不斷提升，人們對於居住環境之維護也日趨重視，尤其是民生或工業污水排放之收集與處理，在近年來政府大力推動污水下水道建設下，對於河川水質之改善已獲得初步成效。自民國 81 年起至民國 98 年，內政部營建署分三期推動執行下水道建設計畫。第一期自民國 81 年至民國 86 年，對當時污水下水道建設情形，提出檢討與改進對策。初期推動成果主要在於建設污水處理廠、主次幹管及截流設施，普及率僅達 3.8%。第二期自民國 87 年至民國 92 年，污水主、次幹管及分支管網佈設面積之範圍內預計可供家庭用戶接管之人口數與目標年總人口數之比值(即普及率)，台北市為 65%，高雄市為 31%，地區為 19%。污水下水道建設計畫推動至第三期(自民國 93 年至民國 98 年)，台北市、高雄市、以及其他地區之普及率已分別提升至 90%、48%、以及 40%。

台灣地區各都市除了持續加強污水下水道的建設外，對於早期以埋設且老舊之下水道系統也正積極辦理檢視維修計畫，目的在於使後續用戶接管完成後，污水下水道系統能正常發揮應有的輸水能力。檢視維修計畫執行重點在於了解管線結構狀況，包括：缺失類別及損壞規模，以評估最適維修工法及置換管材，達到最經濟之維修成本且最佳之使用服務年限，並同時改善水理不良的管線。為便於下水道檢視維修計畫之研擬，本手冊針對 $\phi 1000\text{mm}$ 以下管徑，即人員無法進入，需藉由 CCTV 自走車進行作業的污水下水道管線來擬定標準作業。依據污水下水道檢視維修相關內容，於第二章擬定標準作業流程及說明相關辦理事項；第三章則以檢視維修標準作業為基礎，規劃相關評分、調查、以及評選之表格，用於輔助檢視維修計畫研擬與相關資料記錄。

第二章、 下水道修繕計畫擬訂標準作業

污水下水道建設在先進國家均視為環境品質指標之一，行政院亦將下水道普及率列為提升國家競爭力生活品質組之重要指標。截至 96 年 12 月，全國污水下水道用戶接管普及率約 17.47%，每年以 1.65% 持續成長[1]。污水下水道興建之相關技術自 1975 年引進台灣後，迄今已二十餘載，由於以往政府對於污水下水道之政策為積極提升國內下水道之普及率，故於興建同時常忽略污水下水道之檢視及維修工作。下水道修復工程在污水下水道系統中扮演一重要不可消去之重要環節，而早期下水道修繕作業中多數採用完全置換之方式施行，但並非所有管道皆達破壞無法使用程度，所以世界各國許多工程師皆積極投入規劃有效預防下水道損害及修繕檢測之策略，以打破傳統之消極且被動之修繕觀念。一個完整的下水道檢測維修計劃中應包含：管道清理作業、管線結構之內外部檢測、針對管線缺失進行診斷、決定修繕方式及費用[2](如圖 1 所示)。

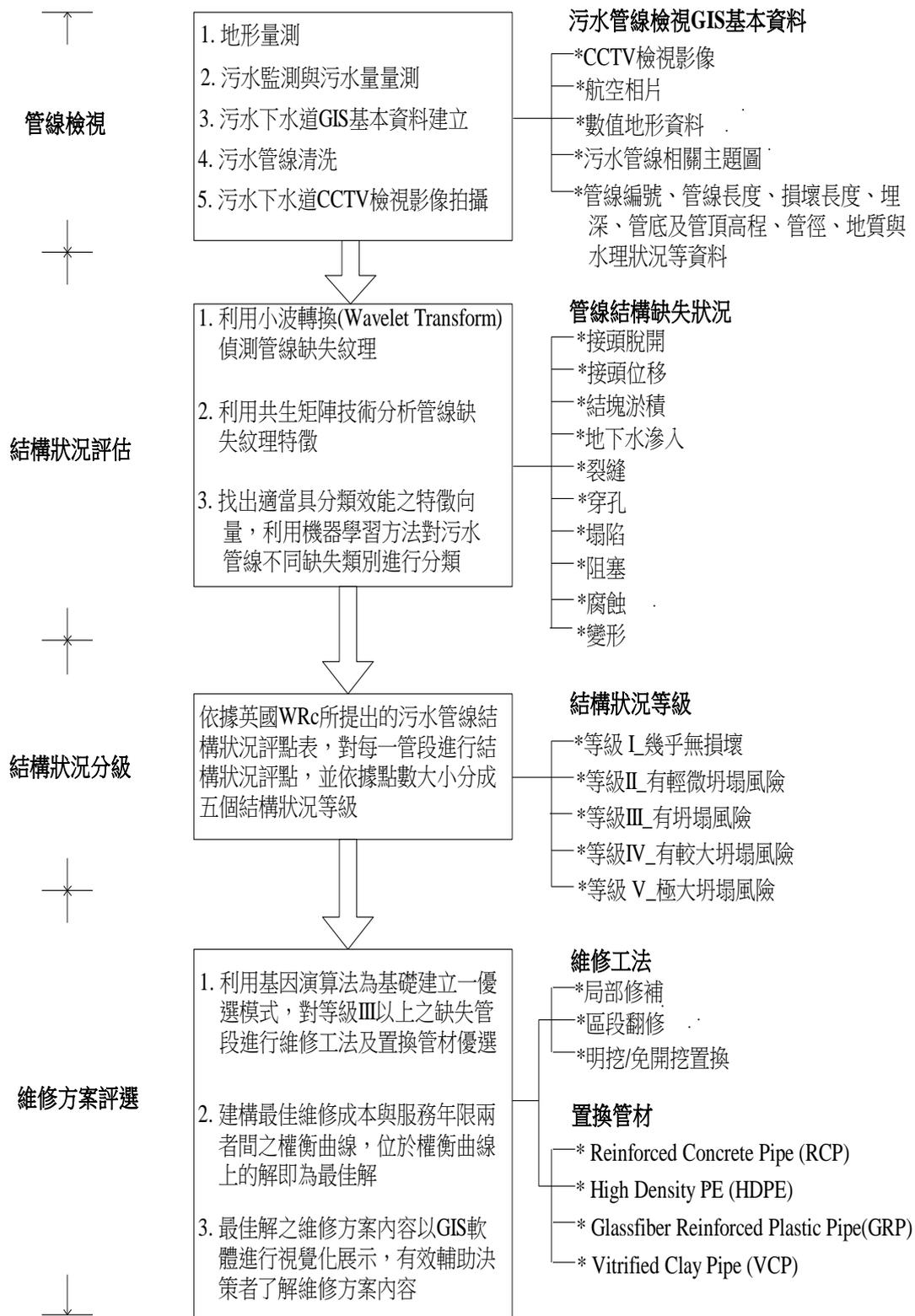


圖 1 污水下水道修繕流程

2.1 管線檢視

在進行管線檢視工作前，必須進行地面地形測量、污水監測、污水量量測、管線基本資料量測與建立以及水理分析等工作，以建立航空相片、數值地形、土地使用等圖資，以及紀錄管線長度、管徑、埋深、坡度、高程等管線基本資料[3,4]。污水管線檢視一般包括管線內部結構狀況檢視與管線外部基礎狀況檢視。內部結構狀況檢視主要在調查由暴雨沖蝕、樹根入侵、黏土收縮以及其他不穩定因素所造成管內壁缺失狀況，如：裂縫、穿孔、變形、塌陷、接頭位移、表面沖蝕、滲入、阻塞、結垢等，以提供維修人員研擬適當維修計畫之依據。

Φ 1200mm 以下(不含Φ 1200mm)利用閉錄電視(CCTV)逐段檢察管內狀況並錄影存證，(Φ 1200mm 以上則以人員攜帶錄影設備進行縱走檢視，並於各接頭處進行環攝，以確認管線狀況)這種方法係將閉路電視(CCTV)置於管道內，通過在地面上的監視器，觀察下水道的破損、裂縫、侵漏、連接管的狀態等，把它作為資料收錄在錄影帶上。現階段檢視設備包括：電視攝影機(Closed circuit television, CCTV)、雷射光環掃描、聲納探測以及透地雷達等技術進行管線檢視，以得知管線缺失位置與數量。由於利用雷射光環掃描、聲納探測或透地雷達等技術進行管線檢視所需之技術門檻較高，故大多以 CCTV 進行管線檢視[5-7]。然而，CCTV 在管線通水的情況下並無法進行檢視，因此必須先清洗下水道系統，並將檢視管段以另一暫代管段輸水後再行檢視。

管線清理檢視作業流程如圖 2 所示，主要工作包括:確定工作範圍、開啟人孔蓋、人孔內送風、檢測人孔內氣體、CCTV 自走車調校、自走車安置入管及系統設定、自走車操作及管內拍攝、影像品質確認、CCTV 影像是否可供診斷等。以下說明管線檢視基本作業：

A. 確定工作範圍

需在施工地點周圍架設交通錐等相關安全設施，並設交通指

揮手排除車輛，並以相鄰兩人孔(或稱為單一管段)為施工單位。

B. 抽風換氣及氣體偵測

開啟人孔蓋後，先對施工管段抽風換氣，並以四合一氣體偵測器檢查管段內氣體是否達作業標準(氧 $>18\%$ 、硫化氫 $<10\text{PPM}$ 、可燃性氣體 $<30\%$ 、一氧化碳 $<50\text{PPM}$)，未通過則繼續抽風換氣，上下人孔同時一邊抽風一邊送風，送風時間約 30 分鐘。接著以橡皮充氣止水栓擋上遊管道之水，並以抽水機做臨時排水措施。

C. 管線清洗

原則上應由上游往下游逐段清理。施工方式係由下游人孔向上游人孔清理，以高壓洗管作業方式清除管內沉積沙石、污物、油脂硬塊、水泥漿等一切雜物。所匯集在人孔內之砂石及污物以真空幫浦吸除乾淨，並將砂石雜物清除運棄。作業時若以橡皮充氣式止水栓堵塞住上游管道，應設置汙水抽水機抽除以避免上游管線溢流路面[8]。

D. CCTV 影帶製作

管徑 $\Phi 150\text{mm}$ 以上應進行 CCTV 檢視作業(需含坡度測定)，CCTV 自走車之操作係由地面上閉錄電視攝影車內的電腦設備控制，管內狀況傳輸至電腦螢幕，所有檢視過程均應攝製成錄影帶(最後錄成光碟片)存憑。進入管線拍攝前應以白板填寫註明工程名稱、工程項目、所施工人孔之圖號、人孔編號、管徑、施工地點、日期等工程概述一起拍攝，攝影時應同時以監視器監看拍攝效果。

E. CCTV 自走車拍攝

CCTV 開始進行拍攝時，管內雜物應已全部清除，清理完成後進行錄影存證，拍攝時需將人孔週邊背景予以納入並進行連續拍攝至設備安置於施作管口處，以至於完成整個檢視過程為止。管線內流水不得超過管徑百分之五(管線沉陷部份及漏水等除

外)。拍攝過程中，不良處之位置、管材、管徑、接頭號數、檢查日期及不良情形(中文表示)等資料必須輸入電腦螢幕並記錄於錄影帶上，且管線缺失應拍照存憑。CCTV 自走車操作作業程序包括[8]:

- (1)將閉錄電視攝影車停至適當位置，打開警示燈及擺放交通錐。
- (2)啟動發電機，發動約五分鐘讓電流、電壓平穩，再行開啟各項設備開關。
- (3)依序開啟電源總開關。
- (4)穩壓器儀表設定至額定電壓 110V。
- (5)開啟錄放影機電源(以錄影方式可將管道內部檢查結果記錄下來，作為日後年度工程維護或抽換更新之依據。
- (6)開啟控制盤及監視器開關(控制盤:可控制閉錄電視攝影機前進、後退，調整鏡頭光圈、焦距、即直視、側視(360 度)，監視器:可同步顯示管內狀況，鍵盤:可輸入各項資訊，記錄於影帶中)。

F. 管渠內雜物處理

若管內發現樹根侵入、接頭止水膠圈脫落、地板磨石漿或混凝土塊、油脂硬塊等情形，應施以管內障礙物切除作業。管內障礙物切除作業時，切削機具不得損傷管壁，且切削效果至少須達管徑 90%以上，障礙物切除後，應再以高壓洗管機將切除之障礙物清除，再以 CCTV 檢視鏡頭檢查切除後之管內狀況並予製成錄影帶及拍照存憑[8]。如遇到管接頭漏水、突出插管、管壁不良、管接合不良、管脫節錯開、管破損、管斷裂等情形時，導致 CCTV 自走車無法前進行，應予錄影及拍照存參。

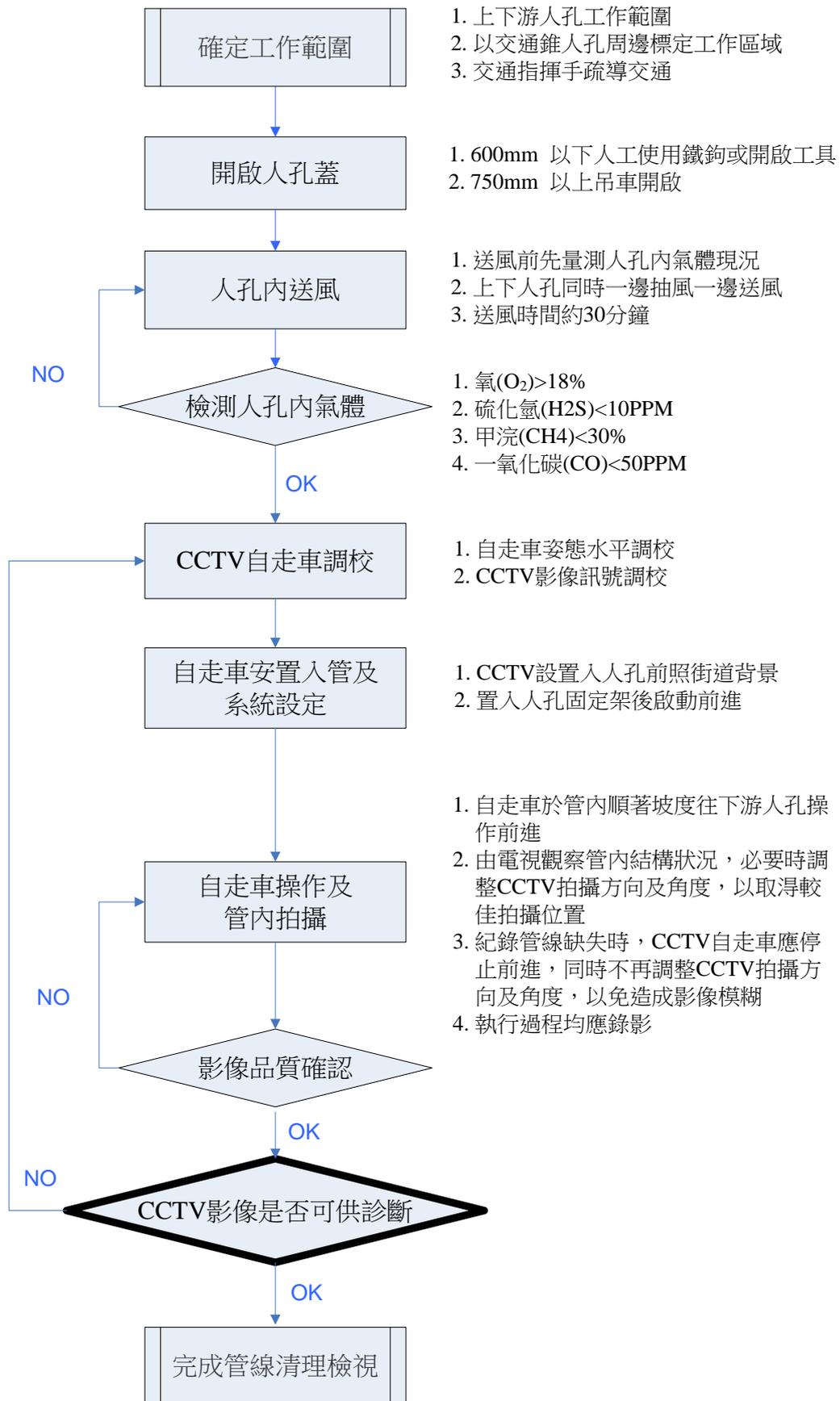


圖 2 管線檢視流程圖

2.2 結構狀況評估

下水道管路設施受原設計、施工、材料、構造等不同考量，及通水後因使用狀況不確定因素影響，其輸水能力及結構狀況受物理性、化學性、及生物化學性等影響，導致結構狀況受損因而降低使用年限。影響管線結構最嚴重因素大多為道路陷落事故，其次管路破損、裂縫、地下水由連接處滲入、管周遭土砂流入等因素皆產生地盤掏空導致道路陷落事故。

一般污水下水道管徑大多小於 1,200mm，因此管渠內結構狀況評估須藉由 CCTV 自走車進行結構狀況檢視。經由 CCTV 自走車所拍攝的影像，提供檢視人員便於進行管線內部結構狀況評估。然而，有鑒於人工評估管線結構缺失狀況易產生判別主觀性與效率不佳之缺點，相關研究已藉由影像處理與機器學習技術，發展電腦自動化管線結構狀況診斷系統，以增進管線結構狀況診斷效率並降低人為誤判風險[5-7]。該診斷系統之運作係由 CCTV 影像分析管線缺失之紋理或型態特徵，經由分類法學習運算，使系統具備管線結構狀況診斷能力。

2.3 結構狀況分級

管渠完成結構狀況評估後，依據英國水研究中心污水下水道維修手冊之管線結構缺失狀況分級表，對每一管段進行結構狀況分級。結構狀況共分為五級。級數越高，代表損壞狀況越嚴重[9]。

2.4 維修方案評選

維修方案評選之研擬為修繕工法及置換管材之重要依據，在管線修繕規劃評估工作上，其考量之重點如下：

A. 水理功能改善：

水理功能改善在於使管網系統恢復當初設計之最佳水理狀

況，水理改善方式採由下游端至上游，依序處理管線迴水或積水問題。『改善水理瓶頸管段』或『全面置換逆坡及容量不足管段』為水理改善兩種主要方式，其內容如下[8]:

(1)改善水理瓶頸管段:

水理瓶頸管段定義為收流量過載且造成上游段水深過載之管段，或藉由改善坡度或放大管徑後，即可疏解上游水深過載現象。由於水理瓶頸管段之疏解為採置換最少量管段之方式，以進行水理功能之改善，因此在系統中仍可能存在部分逆坡、或在尖峰流量時有滿管過載或流速偏低之管段。

(2)全面置換逆坡及容量不足管段:

對於逆坡及容量不足管段，全部予以置換以改善水理功能。其中，以新管置換修正坡度至無逆坡狀況較易達成，容量不足或流速偏低之管段，因受限於既設管段上下游固定高程，對坡度之改善較為有限。

B. 考量管線結構狀況分級結果

依據管線結構狀況分級結果，選擇最適切之維修工法，選擇原則如下[8]:

- (1)管線結構狀況屬於五級，但損壞數量較少(通常約一至兩個管節)，建議以局部開挖修補方式輔以區段翻修進行修繕。
- (2)管線結構狀況屬於五級，且無法以局部開挖修補方式進行修繕者，建議以管線置換之方式進行修繕。
- (3)管線結構狀況屬於三級或四級，建議以區段翻修方式進行修繕。
- (4)管線結構狀況屬於一級或二級，建議以局部修補方式進行修繕。

所選擇的修繕工法與修繕後使用年限、工程初設費及後續清理維護有密切關係，因此除了上述原則，必須進一步考量現

地施工條件或其他影響因子，以決定最佳修繕工法。

C. 修繕工法之評選

修繕工法評估與選用，關係下水道修繕計畫之成效，有關修繕工法評選考慮因子分述如下[8,10]:

(1) 管線置換:

- I. 採用明挖施工易造成環境衝擊，使社會成本增加。
- II. 埋深較深管段，採與既設管線設施平行管時，應注意因新舊管線高程相近，且鄰近可能有地下管線抵觸問題。
- III. 若系統可重新檢討時，可考慮採用於既設人孔位置設工作井(移除既設人孔)，在安全距離足夠下採用既設管線下方推進平行管。
- IV. 採用線上置換之裂管工法，在破壞既設管線同時，對於鄰近其他地下管線之影響性與風險應予評估。因此在管線修繕工作中，建議將埋深大於 3.0 公尺，其他公共管線較少部份，採用線上置換工法與推進工法併列使用。
- V. 廢棄管段應予灌漿填滿，以防止未來路面掏空沉陷之風險。

(2) 局部修補工法:

局部修補工法通常在修復數量少且細小之裂縫，其驗收依據通常採用封閉局部修補段之上下游管線進行空氣試壓；但並無法確認修繕後全部管段(人孔至人孔間)之試水或試壓能通過檢驗。此外，在局部修補後亦無法確保結構性缺陷(例如縱向裂痕)是否會在修補後擴大，因此在修繕後管線功能要求較高之條件下，局部修補工法可能無法達到預期效果。

(3) 區段翻修工法:

- I. 區段翻修工法種類很多，通常採現場固化工法(CIPP)、

旋轉/旋轉擴大工法及內套新管法併列使用，然而內套新管法需開挖輔助坑，因此限制在可連續上下游有人孔置換時採用。

II. 區段翻修工法所使用之材料、施工方式多有差異，且多有專利等問題。

2.5 修繕工法

確定污水下水道損壞管段及其損壞等級後，可採用明挖或免開挖工法進行維修，其中免開挖又分為內部及外部維修。內部維修包括：局部修復、緊貼內襯、管線置換、現場內襯養治及內套管工法等，外部維修以化學灌漿及水泥灌漿為主[11]。

(1) 局部修復

當管線發生局部損壞時，我們可以考慮採用局部整治工法進行管線維修的工作，而目前可採用的修復法包括：傳統的局部灌漿法（Grouting）及噴膜法（Spray-On Lining），新式的遙控機械修繕工法（Robotics Structural）、局部 CIPP 工法、鋼環內襯法（Link-Seal）、噴漿法（Shotcrete）、塗抹法（Coating）[11]。而局部管線修繕工法之功能大致包括：

- (i) 提供分離及未具有結構支撐力之管線適當的定位條件。
- (ii) 提供受損管材適當之結構支撐。
- (iii) 提供管壁適當之密封條件防止滲入及滲出。
- (iv) 用於替換部分缺失管材。此工法可適用於各種形式的管線，但將減少部分管徑及流量。

考量局部修復工法必須針對個案評估其經濟性，譬如有些管線其損壞狀況常侷限於下水道管段長度中的一小部分，所以針對個別瑕疵的修補必須視其損壞情況而決定適用之工法，其方式一般比全段修復要來得經濟有效。故

當結構缺失的部分少於管段總長度的 25%時，通常建議採用局部修補仍是比較經濟的選擇 [10]。

(2) 緊貼內襯

緊貼內襯工法（Close Fit Lining or Modified Sliplining）是由法國研發之工法，美國於 1988 年引進應用於整治八英吋管線工程上，此工法特點為施工前將新管線暫時縮小其管徑，再安置於管線內定位，然後以熱、壓力或其他方式將新管線放大，並緊貼於舊管內徑上，由於此工法不需要太長的養護時間，因此施工時間較現場內襯養治工法少，此工法所使用的管材大多為 PE 及 PVC(目前市面可提供摺曲 PVC 內襯管之管徑由 100 至 350mm)，施工可利用現有之人孔進行。圖 3 為 PVC 材質應用於污水管線進行緊貼內襯工作[11]。

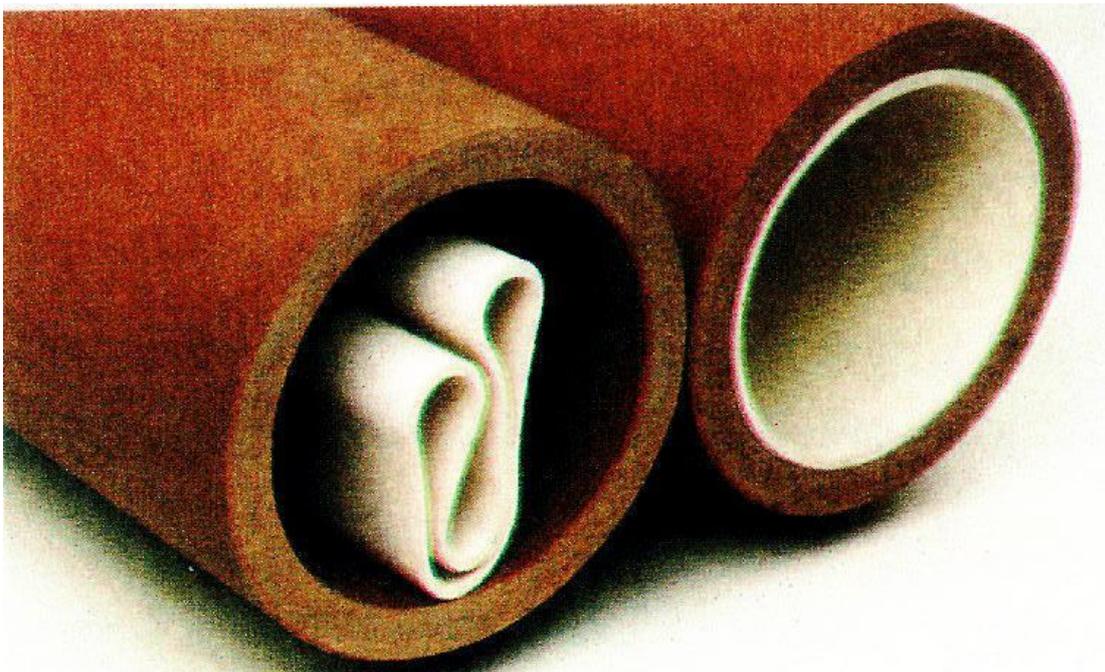


圖 3 應用於下水管線翻修之摺曲 PVC 內襯管及復原後之緊貼內襯

(3) 管線置換

當舊管線有結構上的破壞或是流量不足時，就需要考慮配置新管線，而管線置換工法（In-Line Replacement）施工費用較為昂貴，但是施工中將配置全新管線，如果與傳統開挖回填更換新管比較仍屬經濟，目前該工法可分

為管線擠開工法 (Pipe Displacement) 及管線移出工法 (Pipe Removal) [11]。

管線擠開工法又稱為破管工法 (Pipe Bursting)，此工法於 1970 年發源於英國，是利用遙控破管器做前導，將舊管切割及擠碎後，在將新管隨後牽引定位，被擠破的舊管則向外推擠至土壤中，雖然此工法之研發原先是用於瓦斯管線的更新，但是目前已經推廣應用於自來水管線及重力污水管線。圖 2-20 為破管工法執行線上置換作業示意圖。管線移出工法乃是利用遙控小型隧道機械稍微修改後將可應用於舊管線擠碎後移出，再將同一尺寸或稍大尺寸之新管牽引到定位，此工法大多採用雷射控制導引裝置，新管線的定位及坡度控制精度都很高。表 2-10 與表 2-11 分別為破管工法與管線移出工法各自之優缺點比較[10]。

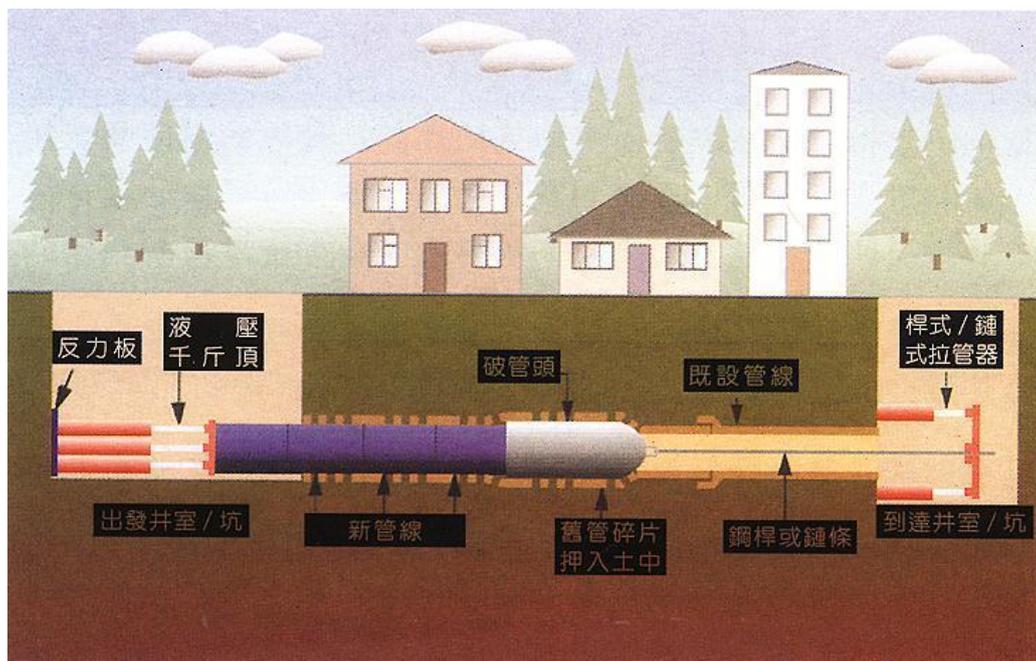


圖 4 破管工法執行線上置換作業示意圖

表 1 破管工法之優缺點

優點	缺點
<ol style="list-style-type: none"> 1. 新管流量並不會減少。 2. 施工時可使用現有之人孔。 3. 如現有之管線為結構性損壞，本法較其他工法合適。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 舊管線之側向連接需先行關閉後方可施工，而施工完成後側向連接仍需採用明挖施工。 2. 由於擠壓的原因，施工中可能造成附近管線結構上的破壞。 3. 採用本工法替換舊金屬管線時，施工中於新舊管交接處需採用一層套管以保護新管免於破壞。 4. 此工法需要熟練的技術人員施工。 5. 本工法施工過程有造成附近土壤物理性質改變的可能。 6. 此工法只適用於可擠壓破壞之管材。

資料來源：中華民國地下管道技術協會，「免開挖技術指南」，2000

(4) 現場內襯養治

現場內襯養治工法（Cured-In-Place Pipe，CIPP）於 1971 年，由英國 Insituform 公司開發製造，此工法是將管狀織布以氣壓、水力或導引索牽引拉入現有舊管線內部，再以熱固法將附著有聚脂的織布軟管與管壁密合在一起，形成一條新的內管，圖 5 為現場內襯養治施工示意圖。由於 CIPP 工法的管內內襯是用柔軟的織物及熱固性樹脂所構成，依樹脂的種類可分為非飽和性聚脂（Unsaturated Polyester）、乙烯樹脂（Vinylester）、環養樹脂（Epoxy）等。非飽和性聚脂具有良好的抗化性、物理性、工作性及經濟性，是最早使用於 CIPP 工法的樹脂，乙烯樹脂具有特殊抗腐蝕性、抗溶解及耐高溫的特性，因此普遍用於工業用管線及高壓管線中，環養樹脂則用於自來水管線維護。現場內襯養治工法之優缺點比較如表 2 所示 [10]。

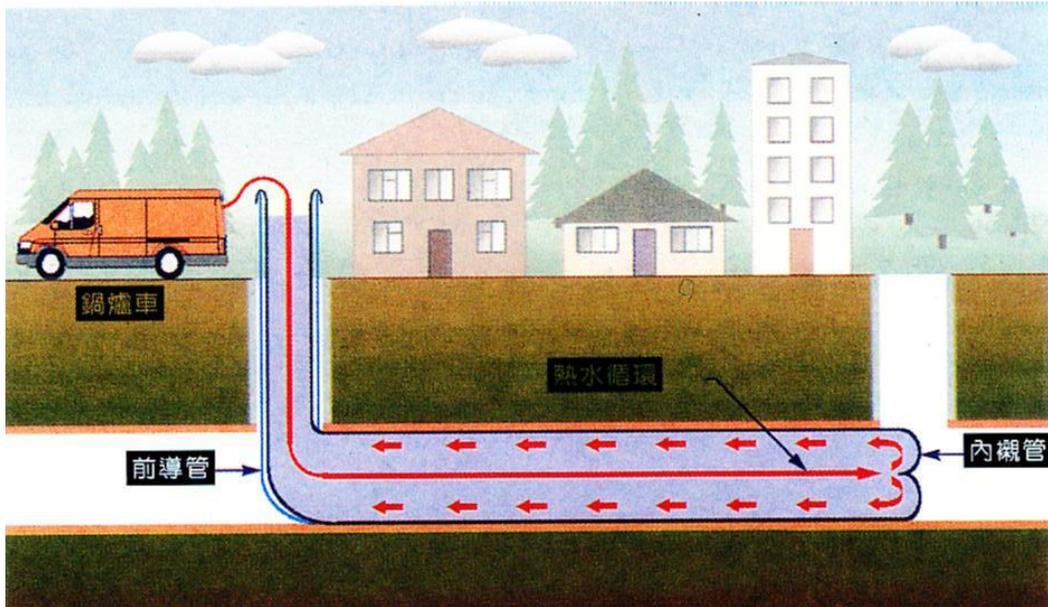


圖 5 現場內襯養治施工示意圖

表 2 現場內襯養治工法之優缺點

優點	缺點
1.新舊管線間之間隙不大，不需灌漿。 2.新管內部光滑，流量未必減少。 3.非圓形管路亦可採用。 4.貫入式施工法亦可應用於彎道及變形之舊管。 5.可採用現有人孔作為施工機械入口 6.可採用遙控法作為管線之側向連接。	1.需要特殊機械及訓練有素之技術人員。 2.配合各工程之需求訂製織物圓管。 3.施工中現有水流需疏導至他處。 4.接頭處需作密封處理以防止滲水。 5.樹脂之養護時間較長（五小時以上）。 6.對小型工程而言此工法較不具競爭力。

資料來源：中華民國地下管道技術協會，「免開挖技術指南」，2000

(5) 內套管工法

內套管工法（Sliplining）為最早使用於免開挖整治管線工法，此工法將一較小管徑之管線以拉入或推入的方式佈設於舊管線內部，新

舊管線間則以灌漿方式填補，此工法適用於舊管線沒有嚴重的損壞情況下施作 [10-11]。由於施工簡易，不需要複雜的施工機械，雖然新管管徑較小使得輸水斷面積減少，但因新管之水力係數有改善，所以整體流量未必有明顯的改變，而新管的材質可選用 PE、PVC、GRP 等材質。圖 6 為內套管工法施工示意圖，圖 7 為拉入 500mmPE 內套管現地施作照片。

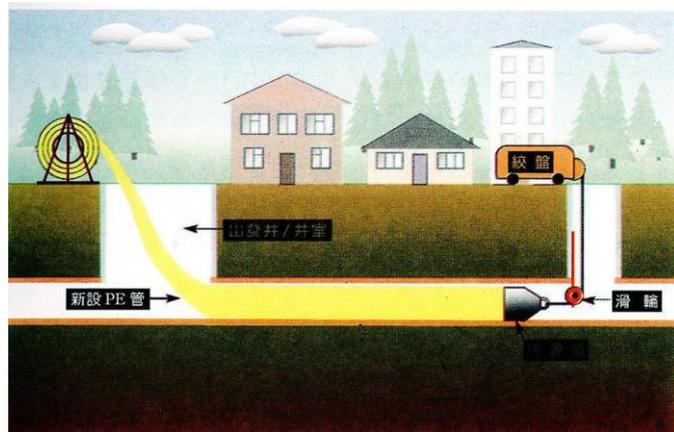


圖 6 內套管工法施工示意圖



圖 7 拉入 500mmPE 內套管

第三章、 污水下水道修繕操作紀錄表

本手冊設計『污水下水道修繕操作紀錄表』提供包括：管線資料表、結構狀況評分表、結構狀況調查表、修繕方式評選表等四項子表單，作為污水下水道修繕標準作業之依據。各子表單之填寫流程如圖 3 所示，以下分別敘述各子表單之內容及使用記錄方法。

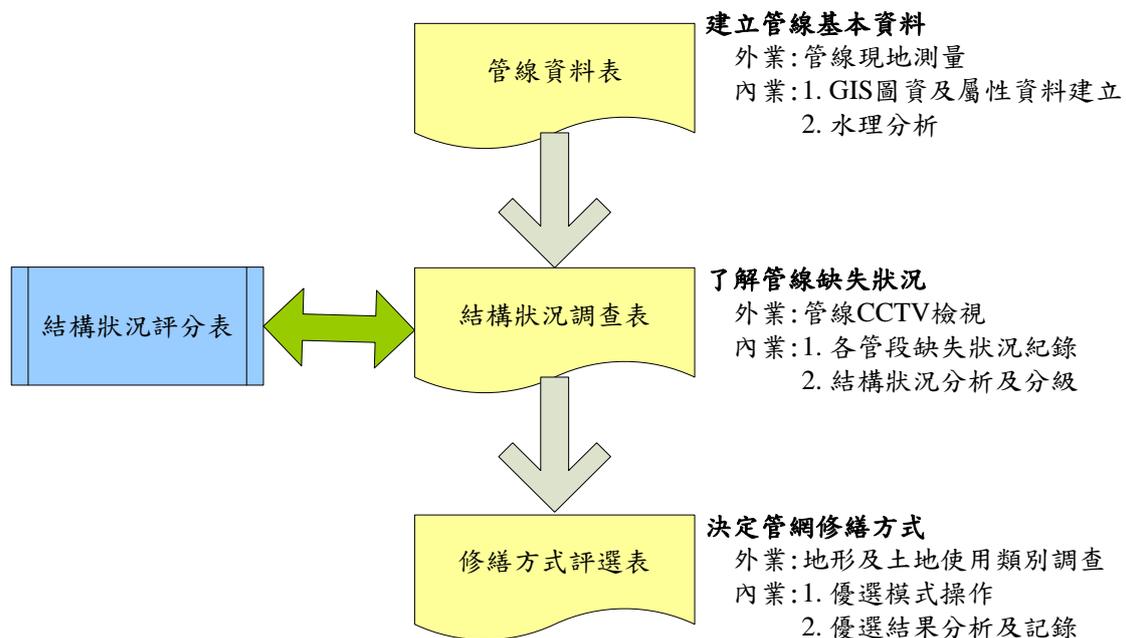


圖 3 污水下水道修繕計畫擬定填表流程

3.1 管線資料表

管線資料表製作方式為工區基本資料與施工條件調查、蒐集、評估，調查內容：計畫範圍、地質與土壤、地形與地勢、河川與地下水、氣候、交通特性、其他地下管線及構造物。其中既設污水管線現況調查為管線資料表之重點，必須進行：既設污水管數量彙整、人孔及管線高程複核檢測、污水量推估及水理分析。

基於上述調查及分析成果，進行管線檢視 GIS 基本資料建立，資料屬性包括(如圖 8 所示)：

- A. 上下游人孔蓋標號
- B. 管徑(mm)
- C. 管長(m)
- D. 上下游管底高程
- E. 坡度(%)
- F. 流速(m / sec)
- G. 航空相片
- H. 數值地形資料

3.2 結構狀況評分表

該評分表由英國水研究中心所研擬，將管線缺失分為十大類，包括：接頭鬆脫、接頭移位、管身裂痕、管身破損、管身斷裂、管身穿孔、管身坍塌、管身破碎、管身磨損、管身變形等。每一類缺失依其嚴重程度給定不同評點，評點共分成 1、1.5、2、5、10、20、40、80、120、165 等十種(如圖 9 所示)。管線破損程度輕微，所獲得評點較低；反之，所獲得評點較高，評點給定方式說明如下：

A. 接頭鬆脫

輕微 (< 3 cm) _ 計 1 分

中度 _ 計 1.5 分

嚴重 (> 6 cm) _ 計 2 分

B. 接頭移位

破裂 _ 計 2 分

上下移位 _ 計 2 分

C. 管身裂痕

圓周 _ 計 10 分

單一縱向 _ 計 10 分

多縱向 _ 計 40 分

多重 _ 計 40 分

D. 管身破損

圓周 _ 計 40 分

單一縱向 _ 計 40 分

多縱向 _ 計 80 分

多重 _ 計 80 分

E. 管身斷裂

斷裂 _ 計 80 分

F. 管身穿孔

半徑 $< 1/4$ _ 計 80 分

半徑 $> 1/4$ _ 計 165 分

G. 管身坍塌

坍塌 _ 計 165 分

H. 管身破碎

輕度 _ 計 5 分

中度 _ 計 20 分

嚴重 _ 計 120 分

I. 管身磨損

輕度 _ 計 5 分

中度 _ 計 20 分

嚴重 _ 計 120 分

J. 管身變型

0-5 _ 計 20 分

6-10 _ 計 80 分

>10 _ 計 165 分

最後，加總破損管段所獲得的評點，依據分數總和對該管段進行結構分級，分級方式說明如下：

評點總和

- 小於 10 分 — 管線結構等級為 1 級
- 介於 10 至 40 分 — 管線結構等級為 2 級
- 介於 40 至 80 分 — 管線結構等級為 3 級
- 介於 80 至 165 分 — 管線結構等級為 4 級
- 大於 165 分 — 管線結構等級為 5 級

1	人孔蓋編號		管徑 (mm)	管長 (m)	管底高程		坡度 (%)	流速 (m/sec)											
	上游	下游			上游	下游													
3	G-1	G-2	225	60.82	2.25	3.31	0.9	0.3-0.6											
4	G-2	G-3	250	61.42	3.55	1.91	0.98	0.3-0.6											
5	G-3	G-4	250	61.89	2.31	2.1	0.99	OK											
6	G-4	G-5	300	56.09	2.16	2.22	0.78	OK											
7	G-5	G-6	350	43.55	2.27	2.55	0.76	OK											
8	G-6	G-7	350	39.9	2.58	2.83	0.8	OK											
9	G-7	G-8	350	52.85	2.82	3.02	0.57	OK											
10	G-8	G-9	350	53.94	3.03	3.1	0.59	OK											
11	G-9	G-10	350	57.14	3.1	2.8	0.7	OK											
12	G-10	G-11	350	57.22	2.83	2.58	0.93	OK											
13	G-11	G-12	350	53.73	2.59	2.49	0.99	OK											
14	G-12	G-13	350	54.54	2.48	2.17	0.97	OK											
15	G-13	G-14	350	54.98	2.21	2.16	0.96	OK											
16	G-14	G-15	350	53.98	2.18	2.25	1.04	OK											
17	G-15	G-16	450	66.94	2.3	2.5	0.49	OK											
18	G-16	G-17	450	68.65	2.52	2.74	0.58	OK											
19	G-17	G-18	450	54.52	2.75	2.69	0.59	OK											
20	G-18	DbG-19	450	50.59	2.69	2.96	0.61	OK											
21	G-2-4	G-2-3	225	54.65	2.05	1.96	2.4	0.3-0.6											
22	G-2-3	G-2-2	225	49.68	1.97	1.9	1.69	0.3-0.6											
23	G-2-2	G-2-1	225	52.36	1.9	2.68	0.86	0.3-0.6											
24	G-2-1	G-2	225	61.74	2.72	3.54	0.73	0.3-0.6											
25	G-3-9	G-3-8	225	62.98	2.13	2.08	1.71	0.3-0.6											
26	G-3-8	G-3-7	225	60.73	2	2.63	2.63	OK											
27	G-3-7	G-3-6	225	40.35	2.65	2.38	0.79	0.3-0.6											
28	G-3-6	G-3-5	225	41.26	2.45	2.24	0.48	0.3-0.6											
29	G-3-5	G-3	225	9.72	2.21	2.22	0.93	0.3-0.6											
30	G-3-11	G-3-10	225	36.76	2.07	2.14	1.93	0.3-0.6											
31	G-3-10	G-3-7	225	9.94	2.16	2.65	0.91	OK											
32	G-3-12	G-3-7	225	41.62	1.91	2.49	1.92	OK											
33	G-3-4	G-3-3	225	51.33	2.17	2.23	2.03	0.3-0.6											
34	G-3-3	G-3-2	225	55.96	2.22	2.02	1.86	0.3-0.6											
35	G-3-2	G-3-1	225	55.92	2.68	2.43	0.39	0.3-0.6											
36																			
37																			

圖 8 管線基本資料表

1	缺失類別	程度	評點	評估等級	分級標準
2	接頭鬆脫	輕微 (< 3 cm)	1	1	< 10
3		中度	1.5	2	10-39
4		嚴重 (> 6 cm)	2	3	40-79
5	接頭移位	破裂	2	4	80-164
6		上下移位	2	5	165以上
7	管身裂痕	圓周	10		
8		單一縱向	10		
9		多縱向	40		
10		多重	40		
11	管身破損	圓周	40		
12		單一縱向	40		
13		多縱向	80		
14		多重	80		
15	管身	斷裂	80		
16	管身穿孔	半徑 < 1/4	80		
17		半徑 > 1/4	165		
18	管身	坍塌	165		
19	管身破碎	輕度	5		
20		中度	20		
21		嚴重	120		
22	管壁磨損	輕度	5		
23		中度	20		
24		嚴重	120		
25	管身變型	0-5	20		
26		6-10	80		
27		>10	165		
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					



圖 9 管線結構狀況評分表

3.3 結構狀況調查表

「管線資料表」內管段相關基本資料，包括：人孔上下游編號、管徑、管長等，經系統設計自動匯入「結構狀況調查表」內。同理，「結構狀況評分表」所列的各項缺失類別、程度說明、以及評點等，亦自動匯入「結構狀況評分表」內，如圖 10 所示。「結構狀況評分表」為污水下水道修繕操作紀錄之核心，由檢視工程師依據現地檢視成果，對每一破損管段紀錄其缺失於「結構狀況評分表」內，必要時須登打造成異常原因之說明。在記錄資料同時，系統自動對每一管段進行評點加總、結構分級、以及對整體管網依管徑進行缺失數量統計。最後，確認整體管網所有破損管段是否均完成缺失紀錄及異常原因登打；若未完成，則依據檢視結果進行資料檢核(見圖 11)。

1	人孔蓋編號		管徑 (mm)	管長 (m)	接頭鬆脫			接頭移位			管身裂痕			管身破損			管身 管身穿孔	管身 管身破碎	管壁磨損			管身變型			其他	評分 小計	結構 級數									
	上游	下游			輕微	中度	嚴重	破裂	上下 移位	圓周	多縱 向	多重	圓周	多縱 向	多重	斷裂			半徑 <14	半徑 >14	坍塌	輕度	中度	嚴重				輕度	中度	嚴重	0-5	6-10	>10	異常原因		
3	異常類別				1	1.5	2	2	2	10	10	40	40	40	40	80	80	80	80	165	165	5	20	120	5	20	120	20	80	165						
4	單位評分點																																			
17	G-13	G-14	350	54.98																												0	1			
18	G-14	G-15	350	53.98																												0	1			
19	G-15	G-16	450	66.94																												0	1			
20	G-16	G-17	450	68.65																												0	1			
21	G-17	G-18	450	54.52																												0	1			
22	G-18	D6G-19	450	50.59																												0	1			
23	G-2-4	G-2-3	225	54.65																												0	1			
24	G-2-3	G-2-2	225	49.68																													0	1		
25	G-2-2	G-2-1	225	52.36																													0	1		
26	G-2-1	G-2	225	61.74																													0	1		
27	G-3-9	G-3-8	225	62.98																													0	1		
28	G-3-8	G-3-7	225	60.73																													0	1		
29	G-3-7	G-3-6	225	40.35																													0	1		
30	G-3-6	G-3-5	225	41.26																													0	1		
31	G-3-5	G-3	225	9.72																													0	1		
32	G-3-11	G-3-10	225	36.76																													0	1		
33	G-3-10	G-3-7	225	9.94																													0	1		
34	G-3-12	G-3-7	225	41.62																													0	1		
35	G-3-4	G-3-3	225	51.33																													0	1		
36	G-3-3	G-3-2	225	55.96																													0	1		
37	G-3-2	G-3-1	225	55.92																													0	1		
38			225		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
39			250		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
40			300		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
41			350		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
42			450		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
43																																				
44																																				
45																																				
46																																				
47																																				

圖 10 結構狀況調查表

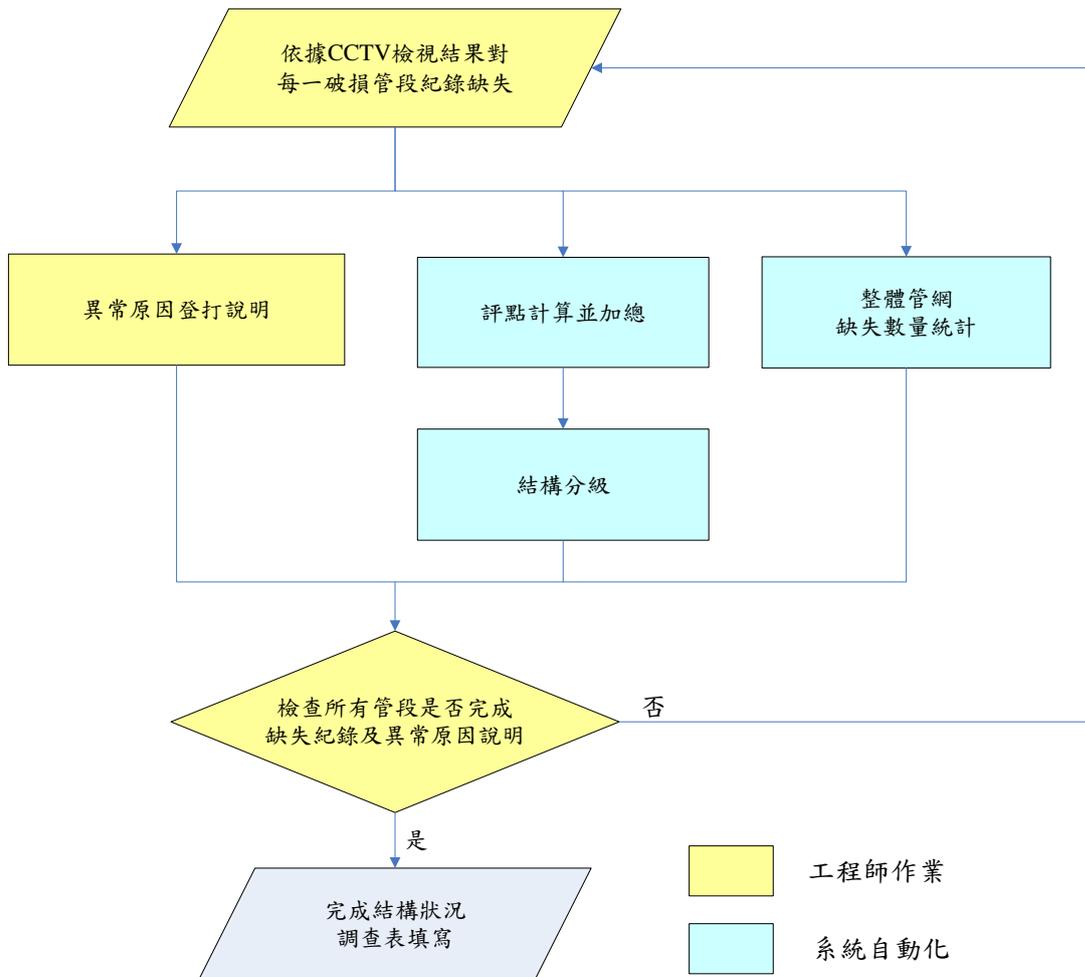


圖 11 結構狀況調查表填寫操作流程

A. 缺失管段評點自動化統計

各管段完成缺失紀錄，「結構狀況評分表」由系統自動加總各管段所獲得的評點並給定結構等級，結果顯示於「結構狀況評分表」右側。以 G-17 到 G-18 管段為例，假設該管段有 4 處屬於中度破碎，故於『管身破碎』－『中度』對應方格填入『4』，由於該缺失評點為 20，因此系統自動計算該管段之評點總和為 80，同時自動給定結構級數為四級，如圖所示。

B. 整體管網缺失數量自動化統計

「結構狀況評分表」之設計亦依據整體管網所涵蓋之不同管徑大小，由系統進行自動化缺失數量統計。以 G-17 到 G-18 管段為例，由於該管段之管徑大小為 450mm，因此上述四處中度『管身破碎』的資料亦自動傳遞至下方 450mm 對應處作紀錄。同理，假設 G-2-1 到 G-2 管段有兩處中度『管身破碎』，G-3-11 到 G-1-10 管段有一處中度『管身破碎』，此兩管段之管徑大小皆為 225mm，因此於「結構狀況評分表」便自動統計整體管網 225mm 管徑之管段共有 3 處屬中度『管身破碎』，如圖所示。

人孔蓋編號		管徑 (mm)	管長 (m)	管身穿孔		管身			管身破碎			管壁磨損			管身變型			其他		評分點 小計	結構 級數
上游	下游			半徑 <1/4	半徑 >1/4	坍塌	輕度	中度	嚴重	輕度	中度	嚴重	0-5	6-10	>10	異常原因					
異常類別				80	165	165	5	20	120	5	20	120	20	80	165						
單位評分點				80	165	165	5	20	120	5	20	120	20	80	165						
G-13	G-14	350	54.98															0	1		
G-14	G-15	350	53.98															0	1		
G-15	G-16	450	66.94															0	1		
G-16	G-17	450	68.65															0	1		
G-17	G-18	450	54.52					4										80	4		
G-18	DbG-19	450	50.59															0	1		
G-2-4	G-2-3	225	54.65															0	1		
G-2-3	G-2-2	225	49.68															0	1		
G-2-2	G-2-1	225	52.36															0	1		
G-2-1	G-2	225	61.74						2									40	3		
G-3-9	G-3-8	225	62.98															0	1		

圖 12 結構狀況調查表填寫操作

1	人孔蓋編號		管徑 (mm)	管長 (m)	接頭鬆脫			接頭移位			管身裂痕			管身破損			管身 斷裂	管身穿孔 半徑 <14	管身 半徑 >14	管身 坍塌	管身破碎			管壁磨損			管身變型			其他 異常原因	評分 小計	結構 級數				
	上游	下游			輕微	中度	嚴重	破裂	上下 移位	圓周	單一 縱向	多縱 向	多重	圓周	單一 縱向	多縱 向					多重	輕度	中度	嚴重	輕度	中度	嚴重	0-5	6-10				>10			
3	異常類別				1	1.5	2	2	2	10	10	40	40	40	40	80	80	80	80	165	165	5	20	120	5	20	120	20	80	165						
4	單位評分點																																			
17	G-13	G-14	350	54.98																											0	1				
18	G-14	G-15	350	53.98																											0	1				
19	G-15	G-16	450	66.94																											0	1				
20	G-16	G-17	450	68.65																											0	1				
21	G-17	G-18	450	54.52																											80	4				
22	G-18	D6G-19	450	50.59																											0	1				
23	G-2-4	G-2-3	225	54.65																											0	1				
24	G-2-3	G-2-2	225	49.68																											0	1				
25	G-2-2	G-2-1	225	52.36																											0	1				
26	G-2-1	G-2	225	61.74																											40	3				
27	G-3-9	G-3-8	225	62.98																												0	1			
28	G-3-8	G-3-7	225	60.73																												0	1			
29	G-3-7	G-3-6	225	40.35																												0	1			
30	G-3-6	G-3-5	225	41.26																												0	1			
31	G-3-5	G-3	225	9.72																												0	1			
32	G-3-11	G-3-10	225	36.76																												20	2			
33	G-3-10	G-3-7	225	9.94																												0	1			
34	G-3-12	G-3-7	225	41.62																												0	1			
35	G-3-4	G-3-3	225	51.33																												0	1			
36	G-3-3	G-3-2	225	55.96																												0	1			
37	G-3-2	G-3-1	225	55.92																												0	1			
38					225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
39					250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
40					300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
41					350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
42					450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
43																																				
44																																				
45																																				
46																																				
47																																				

圖 13 結構狀況調查表填寫操作

3.4 修繕方式評選表

「修繕方式評選表」之用途在於記錄每一破損管段之修繕方式，以及所選用的置換管材，修繕方式可行性評估需考量技術性、使用限制條件、以及經濟性等，茲分別檢討如下：

A. 技術性

目前下水道修繕工法技術已有美國 EPA（環保署）、英國 WRC（Water Research Centre）等相關單位正式驗證，修繕工法技術在工程經濟考量下，可大致歸納成局部修補、區段翻修以及管線置換等三大類，各類別所屬修繕工法技術之專有名詞列於「修繕方式評選表」之表頭。

B. 使用限制條件

不同修繕工法雖各具特色，但亦各有其使用限制條件，如需考量：適用管徑、長度範圍、可否斷續施工、可否水中施工、

以及狹窄空間可否施工等施工條件。

C. 經濟性

評估、選用修繕工法時，修繕成本亦為主要考量之一。一般而言，以採用適用且修繕成本較低之修繕工法為原則，惟仍應考量施工期間所導致額外社會成本之影響。以管線置換為例，傳統開挖(明挖方式)與免開挖修繕成本作比較，兩者於管徑 350mm 以下每公尺平均修繕成本差異約僅一成，惟若考量直接開挖修繕對鄰近地區所增加額外社會成本，如交通堵塞、行車減速等耽誤人、貨進出之交通成本、誤挖管線所造成之意外事故成本、冗長工期影響商家正常作業所造成之工作效率降低成本等，則免開挖修繕工法較傳統開挖工法具使用參考優勢。此外，當單一污水管段僅少數接頭滲水或破洞損壞時，一般採用局部修補以節省修繕成本；然而，若損壞數量過多時，採局部修補未必較經濟，尤其再考量局部修補之壽命受制於原有管材本身之殘餘壽命，並非長期防止滲漏之治本方法，因此建議局部修補處數量過多時(超過六處)，改採區段翻修或管線置換方式進行修繕[8,10]。

至於更新管材選用，在工程經濟及成本的觀點而言，選用適當且良好的管材所增加的費用有限，但是因下水道長年埋於地下，一旦損壞後抽換之費用將數十倍於因採用良好的管材所增加之成本。因此，下水道管材之選擇為下水道工程實務相當重要的一環，下列九項因素為選擇管材之指南。

- (1) 堅固耐用，可承受外壓力而不致變形、破壞。
- (2) 可抵抗酸、鹼等化學物質及硫化氫之腐蝕。
- (3) 可耐砂礫之磨損。
- (4) 管內表面應光滑，水力性良好，才不容易阻塞。
- (5) 接頭水封應質佳，不易老化腐蝕，水密性好，且易安裝，

富撓曲性。

- (6) 重量應適當，便於運及埋設。
- (7) 管件要齊全，供應無缺，便於維護管理。
- (8) 價格要低廉，大眾化。
- (9) 使用年限要長。

管道材料一般分為「撓性管」(Flexible pipe) 與「剛性管」(Rigid pipe) 兩大類。當管受到外壓產生變形，及垂直方向撓度 Δy 與管直徑 D 之比值大於或等於 2% 時，管體無結構上之破壞，謂之彈性管，如本研究中的玻璃纖維管 (GRP) 與塑鋼管 (ABS)。相反地，撓度比之臨界點在 2% 時，管體結構破壞，謂之剛性管，如水泥管 (RCP) 及瓷化黏土管 (VCP)。各類管材之強度、化學性、物理性、耐熱性、斷面減少率、更新後接頭、使用年限、粗糙係數、施工日數等因將影響下水道修繕成效，於規劃期間需妥善考量上述因子。

相關研究已利用相關最佳化技術，如：基因演算法、動態規劃等，建構求解最佳維修方案之優選模式[2,11-12]。模式輸出結果匯入「修繕方式評選表」，提供修繕規劃單位，便於了解每一破損管段之最佳修繕方式。以 G-2 到 G-3 和 G-14 到 G-15 兩管段為例，其最佳修繕方式之優選結果用 "*" 符號記錄於「修繕方式評選表」內(見圖 14)。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
1	人孔蓋編號				局部修補								區段修補											
2			管徑	管長	方式		管材				方式			管材										
3	上游	下游	(mm)	(m)	Chemical grouting	Cement grouting	Acryla- made	Acrylate	Polyure- thane	Portland cement	Pipe linings	Segmental linings	Coating	PE	PB	GRP	PVC	Ductile iron pipe	Glass reinforced cement	Resin concrete	Precast gunite	Cement mortar	Reinforced gunite	
4																								
5	G-1	G-2	225	60.82																				
6	G-2	G-3	250	61.42	*					*														
7	G-3	G-4	250	61.89																				
8	G-4	G-5	300	56.09																				
9	G-5	G-6	350	43.55																				
10	G-6	G-7	350	39.9																				
11	G-7	G-8	350	52.85																				
12	G-8	G-9	350	53.94																				
13	G-9	G-10	350	57.14																				
14	G-10	G-11	350	57.22																				
15	G-11	G-12	350	53.73																				
16	G-12	G-13	350	54.54																				
17	G-13	G-14	350	54.98								*						*						
18	G-14	G-15	350	53.98																				
19	G-15	G-16	450	66.94																				
20	G-16	G-17	450	68.65																				
21	G-17	G-18	450	54.52																				
22	G-18	DbG-19	450	50.59																				
23	G-2-4	G-2-3	225	54.65																				
24	G-2-3	G-2-2	225	49.68																				
25	G-2-2	G-2-1	225	52.36																				
26	G-2-1	G-2	225	61.74																				
27	G-3-9	G-3-8	225	62.98																				
28	G-3-8	G-3-7	225	60.73																				
29	G-3-7	G-3-6	225	40.35																				
30	G-3-6	G-3-5	225	41.26																				
31	G-3-5	G-3	225	9.72																				
32	G-3-11	G-3-10	225	36.76																				
33	G-3-10	G-3-7	225	9.94																				
34	G-3-12	G-3-7	225	41.62																				

圖 14 修繕方式紀錄

第四章、結語

本手冊對污水下水道檢視維修規劃相關作業進行系統化統整，可達成之效益說明如下：

1. 對於從未制定污水下水道檢視維修規劃作業之廠商，可提供其往後執行時之參考，相關作業執行順序及內容，可利用本手冊進行參照。
2. 本手冊依據檢視維修規劃作業必要內容制定相關表格，透過表格系統化地記錄檢視維修相關資料，可使廠商及下水道管理單位對下水道檢視維修規劃成果進行有效溝通。
3. 對於從未參與污水下水道檢視維修規劃作業之人員及管理者，本手冊可視為一輔助教材，可節省新進人員於污水下水道檢視維修規劃作業之學習時間，同時降低訓練成本。
4. 目前本手冊主要以文字及流程圖說明為主，後續將持續補充現地檢視維修照片作為輔助說明，以提升該手冊之實務使用性。

參考文獻

- [1] 內政部營建署(2007), http://www.cpami.gov.tw/pws/pws1_qq6.php.
- [2] Yang, M.D. and T.C. Su, 2006, Automation model of sewerage rehabilitation planning, *Water Science and Technology*, Vol. 54, No. 11-12, pp. 225-232.
- [3] 高雄市政府工務局下水道工程處(1999), 第 29 期市地重劃區既設污水管線修繕工程設計及監造, 傑明工程顧問公司, 高雄。
- [4] 台中市政府(2003), 台中市第 9 期重劃區既設污水管線 TV 檢視及修繕規劃工作規劃報告, 派浦崑洱股份有限公司, 台中。
- [5] Yang, M.D. and T.C. Su, 2008. Automated diagnosis of sewer pipe defects based on machine learning approaches, *Expert Systems With Applications*, Vol 35, No. 3, pp 1327-1337.
- [6] Yang, M.D. and T.C. Su, 2008. Feature Extraction of Sewer Pipe Failures by Wavelet Transform and Co-Occurrence Matrix. in *Proceeding of International Conference Wavelet And Pattern Recognition*, Hong Kong.
- [7] Yang, M.D. and T.C. Su, 2009. Segmenting ideal morphologies of sewer pipe defects on CCTV images for automated diagnosis, *Expert Systems With Applications* Vol.36, pp.3562-3573.
- [8] 歐陽嶠暉、江黎明、廖昭明、周良輝、黃靖修(2006), 下水道管渠管理維護與修繕, 詹氏書局, 台北。
- [9] Water Research Centre, 1994. *Sewerage Rehabilitation Manual*, 3rd Edition. Water Research Centre/Water Authorities Association, Swindon, UK.
- [10] 中華民國地下管道技術協會(2000), 免開挖技術指南, 台北。
- [11] Abraham, D.M., and Gillani, S.A., “Innovations in materials for sewer system rehabilitation,” *Trenchless Technology Research*, Vol. 14, No. 1, pp.43-56 (1999).
- [12] Yang, M.D. and T.C. Su, 2007. An optimization model of sewerage rehabilitation. *Journal of the Chinese Institute of Engineers*. Vol. 30, No. 4, pp.651-659.
- [13] 楊明德、黃東森、蘇東青(2003), 污水下水修復本估算, 中國土木水利工程學刊。第 15 卷, 第 4 期, 第 93-106

附錄一、管線資料表

人孔蓋編號		管徑 (mm)	管長 (m)	管底高程		坡度 (%)	流速 (m/sec)
上游	下游			上游	下游		
G-1	G-2	225	60.82	2.25	3.31	0.9	0.3~0.6
G-2	G-3	250	61.42	3.55	1.91	0.98	0.3~0.6
G-3	G-4	250	61.89	2.31	2.1	0.99	OK
G-4	G-5	300	56.09	2.16	2.22	0.78	OK
G-5	G-6	350	43.55	2.27	2.55	0.76	OK
G-6	G-7	350	39.9	2.58	2.83	0.8	OK
G-7	G-8	350	52.85	2.82	3.02	0.57	OK
G-8	G-9	350	53.94	3.03	3.1	0.59	OK
G-9	G-10	350	57.14	3.1	2.8	0.7	OK
G-10	G-11	350	57.22	2.83	2.58	0.93	OK
G-11	G-12	350	53.73	2.59	2.49	0.99	OK
G-12	G-13	350	54.54	2.48	2.17	0.97	OK
G-13	G-14	350	54.98	2.21	2.16	0.96	OK
G-14	G-15	350	53.98	2.18	2.25	1.04	OK
G-15	G-16	450	66.94	2.3	2.5	0.49	OK
G-16	G-17	450	68.65	2.52	2.74	0.58	OK
G-17	G-18	450	54.52	2.75	2.69	0.59	OK
G-18	DbG-19	450	50.59	2.69	2.96	0.61	OK
G-2-4	G-2-3	225	54.65	2.05	1.96	2.4	0.3~0.6
G-2-3	G-2-2	225	49.68	1.97	1.9	1.69	0.3~0.6
G-2-2	G-2-1	225	52.36	1.9	2.68	0.86	0.3~0.6
G-2-1	G-2	225	61.74	2.72	3.54	0.73	0.3~0.6
G-3-9	G-3-8	225	62.98	2.13	2.08	1.71	0.3~0.6
G-3-8	G-3-7	225	60.73	2	2.63	2.63	OK
G-3-7	G-3-6	225	40.35	2.65	2.38	0.79	0.3~0.6
G-3-6	G-3-5	225	41.26	2.45	2.24	0.48	0.3~0.6
G-3-5	G-3	225	9.72	2.21	2.22	0.93	0.3~0.6
G-3-11	G-3-10	225	36.76	2.07	2.14	1.93	0.3~0.6
G-3-10	G-3-7	225	9.94	2.16	2.65	0.91	OK
G-3-12	G-3-7	225	41.62	1.91	2.49	1.92	OK
G-3-4	G-3-3	225	51.33	2.17	2.23	2.03	0.3~0.6
G-3-3	G-3-2	225	55.96	2.22	2.02	1.86	0.3~0.6

附錄二、結構狀況評分表

缺失類別	程度	評點
接頭鬆脫	輕微 (< 3 cm)	1
	中度	1.5
	嚴重 (> 6 cm)	2
接頭移位	破裂	2
	上下移位	2
管身裂痕	圓周	10
	單一縱向	10
	多縱向	40
	多重	40
管身破損	圓周	40
	單一縱向	40
	多縱向	80
	多重	80
管身	斷裂	80
管身穿孔	半徑 < 1/4	80
	半徑 > 1/4	165
管身	坍塌	165
管身破碎	輕度	5
	中度	20
	嚴重	120
管壁磨損	輕度	5
	中度	20
	嚴重	120
管身變型	0-5	20
	6-10	80
	>10	165

評估等級	分級標準
1	< 10
2	10-39
3	40-79
4	80-164
5	165 以上

附錄三、結構狀況調查表

人孔蓋編號		管徑 (mm)	管長 (m)	接頭鬆脫			接頭移位			管身裂痕				管身破損			管身 斷裂	管身穿孔		管身破碎			管壁磨損			管身變型			其他 異常原因	評 分 點 小 計	結 構 級 數		
上游	下游			輕 微	中 度	嚴 重	破 裂	上 下 移 位	圓 周	單 一 縱 向	多 縱 向	多 重	圓 周	單 一 縱 向	多 縱 向	多 重		半 徑 < 1/4	半 徑 > 1/4	坍 塌	輕 度	中 度	嚴 重	輕 度	中 度	嚴 重	0-5	6-10				> 10	
異常類別				1	1.5	2	2	2	10	10	40	40	40	40	80	80	80	80	165	165	5	20	120	5	20	120	20	80	165				
單位評分點				1	1.5	2	2	2	10	10	40	40	40	40	80	80	80	80	165	165	5	20	120	5	20	120	20	80	165				
G-1	G-2	225	60.82																											0	1		
G-2	G-3	250	61.42																											0	1		
G-3	G-4	250	61.89																											0	1		
G-4	G-5	300	56.09																											0	1		
G-5	G-6	350	43.55																											0	1		
G-6	G-7	350	39.9																											0	1		
G-7	G-8	350	52.85																											0	1		
G-8	G-9	350	53.94																											0	1		
G-9	G-10	350	57.14																											0	1		
G-10	G-11	350	57.22																											0	1		
G-11	G-12	350	53.73																											0	1		
G-12	G-13	350	54.54																											0	1		
G-13	G-14	350	54.98																											0	1		
G-14	G-15	350	53.98																											0	1		
G-15	G-16	450	66.94																											0	1		
G-16	G-17	450	68.65																											0	1		
G-17	G-18	450	54.52																											0	1		
G-18	DbG-19	450	50.59																											0	1		
G-2-4	G-2-3	225	54.65																											0	1		
G-2-3	G-2-2	225	49.68																											0	1		
G-2-2	G-2-1	225	52.36																											0	1		
G-2-1	G-2	225	61.74																											0	1		
G-3-9	G-3-8	225	62.98																											0	1		
G-3-8	G-3-7	225	60.73																											0	1		
G-3-7	G-3-6	225	40.35																											0	1		
G-3-6	G-3-5	225	41.26																											0	1		
G-3-5	G-3	225	9.72																											0	1		
G-3-11	G-3-10	225	36.76																											0	1		
G-3-10	G-3-7	225	9.94																											0	1		
G-3-12	G-3-7	225	41.62																											0	1		
G-3-4	G-3-3	225	51.33																											0	1		
G-3-3	G-3-2	225	55.96																											0	1		
G-3-2	G-3-1	225	55.92																											0	1		
幹線小計	225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

附錄四、結構狀況表

人孔蓋編號		管徑 (mm)	管長 (m)	局部修補													區段翻修										管線置換								備註		
				方式		管材					方式						管材				方式				管材												
上游	下游			Chemical grouting	Cement grouting	Acryla-mide	Acrylate	Polyure-thane	Portland cement	Pipe linings	Segmental linings	Coating	PE	PB	GRP	PVC	Ductile Iron pipe	Glass Reinforced cement	Resin concrete	Precast gunite	Cement mortar	Reinforced gunite	Resin	Pipe jacking	Directional drilling	Earth piercing	Pipe bursting	Pipe splitting	RCP	GRP	VCP	Cast- iron-pipe					
G-1	G-2	225	60.82																																		
G-2	G-3	250	61.42	*					*																												
G-3	G-4	250	61.89																																		
G-4	G-5	300	56.09																																		
G-5	G-6	350	43.55																																		
G-6	G-7	350	39.9																																		
G-7	G-8	350	52.85																																		
G-8	G-9	350	53.94																																		
G-9	G-10	350	57.14																																		
G-10	G-11	350	57.22																																		
G-11	G-12	350	53.73																																		
G-12	G-13	350	54.54																																		
G-13	G-14	350	54.98								*						*																				
G-14	G-15	350	53.98																																		
G-15	G-16	450	66.94																																		
G-16	G-17	450	68.65																																		
G-17	G-18	450	54.52																																		
G-18	D6G-19	450	50.59																																		
G-2-4	G-2-3	225	54.65																																		
G-2-3	G-2-2	225	49.68																																		
G-2-2	G-2-1	225	52.36																																		
G-2-1	G-2	225	61.74																																		
G-3-9	G-3-8	225	62.98																																		
G-3-8	G-3-7	225	60.73																																		
G-3-7	G-3-6	225	40.35																																		
G-3-6	G-3-5	225	41.26																																		
G-3-5	G-3	225	9.72																																		
G-3-11	G-3-10	225	36.76																																		
G-3-10	G-3-7	225	9.94																																		
G-3-12	G-3-7	225	41.62																																		
G-3-4	G-3-3	225	51.33																																		
G-3-3	G-3-2	225	55.96																																		
G-3-2	G-3-1	225	55.92																																		