

第 02538 章

下水道管線整建免開挖施工

1. 通則

1.1 本章概要

說明有關雨、污水下水道管線區段整建及局部整建免開挖材料設備之供應、施工、檢(試)驗等相關規定。

1.2 工作範圍

1.2.1 管線整建免開挖施工係於既有管線發生或預防缺陷影響其原有功能時，利用原有管道或其空間進行整建，使其回復原有之功能。

1.2.2 除設計圖說另有規定外，工作範圍包括管線整建免開挖材料之供應、施工、檢(試)驗等相關工作。

1.3 相關章節

1.3.1 第01310章--計畫管理

1.3.2 第01320章--施工過程文件紀錄

1.3.3 第01321章--施工照相及攝(錄)影

1.3.4 第01330章--資料送審

1.3.5 第01450章--品質管理

1.3.6 第01556章--交通維持

1.3.7 第01572章--環境保護

1.3.8 第01574章--職業安全衛生

1.3.9 第02532章--污水管線附屬工作

1.3.10 第02536章--下水道閉路電視檢視

1.4 相關準則

1.4.1 中華民國國家標準(CNS)

- (1) CNS 2940 聚乙烯樹脂檢驗法
- (2) CNS 4174 外分厘卡
- (3) CNS 8499 冷軋不鏽鋼鋼板、鋼片及鋼帶
- (4) CNS 13872 聚氯乙烯防蝕襯裡片檢驗法

1.4.2 內政部

- (1) 下水道法及其施行細則
- (2) 營建剩餘土石方處理方案

1.4.3 交通部

- (1) 道路交通標誌、標線、號誌設置規則

1.4.4 行政院環境保護署

- (1) 噪音管制法及其施行細則
- (2) 水污染防治法及其施行細則
- (3) 廢棄物清理法及其施行細則
- (4) 空氣污染防制法及其施行細則
- (5) 營建工程空氣污染防制設施管理辦法

1.4.5 行政院勞動部

- (1) 勞動基準法及其施行細則
- (2) 勞動檢查法及其施行細則
- (3) 職業安全衛生法及其施行細則
- (4) 職業災害勞工保護法及其施行細則
- (5) 職業安全衛生設施規則
- (6) 職業安全衛生管理辦法
- (7) 危險性工作場所審查暨檢查辦法
- (8) 職業安全衛生教育訓練規則
- (9) 營造安全衛生設施標準
- (10) 危險性機械及設備安全檢查規則

- (11) 缺氧症預防規則
- (12) 高架作業勞工保護措施標準
- (13) 危害性化學品標示及通識規則

1.4.6 行政院公共工程委員會

- (1) 品質計畫製作綱要
- (2) 公共工程施工品質管理制度
- (3) 公共工程施工品質管理作業要點

1.4.7 美國材料試驗學會(ASTM)

- (1) ASTM D543 塑膠耐化學試劑性能試驗方法(Standard Practices for Evaluating the Resistance of Plastics to Chemical Reagents)
- (2) ASTM D578 玻璃纖維紗標準(Standard Specification for Glass Fiber Strands)
- (3) ASTM D635 在水平位置的燃燒及/或塑膠燃燒的程度及時間率試驗方法(Standard Test Method for Rate of Burning and/or Extent and Time of Burning of Plastics in a Horizontal Position)
- (4) ASTM D638 塑膠材質之抗拉強度試驗方法(Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics)
- (5) ASTM D790 塑膠及絕緣物質之抗彎強度試驗方法(Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials)
- (6) ASTM D1784 硬質聚氯乙烯(PVC)化合物及氯化聚氯乙烯(CPVC)化合物標準(Standard Classification System and Basis for Specification for Rigid Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Compounds and Chlorinated Poly(Vinyl Chloride) (CPVC) Compounds)

- (7) ASTM D2122 熱塑性塑膠管及配件尺寸測定試驗方法(Standard Test Method for Determining Dimensions of Thermoplastic Pipe and Fittings)
- (8) ASTM D2152 使用丙酮浸泡法的擠壓聚氯乙烯(PVC)管及模制配件試驗方法(Standard Test Method for Adequacy of Fusion of Extruded Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Pipe and Molded Fittings by Acetone Immersion)
- (9) ASTM D3039 / D3039M 聚合物複合材料之抗拉強度試驗方法(Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials)
- (10) ASTM D3418 熱分析聚合物轉變溫度試驗方法(Standard Test Method for Transition Temperatures and Enthalpies of Fusion and Crystallization of Polymers by Differential Scanning Calorimetry)
- (11) ASTM D3567 “纖維玻璃”(玻璃纖維增強熱固性樹脂)管及配件尺寸測定標準(Standard Practice for Determining Dimensions of "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting Resin) Pipe and Fittings)
- (12) ASTM D5035 紡織纖維之伸長率及斷裂力(剝離法)測試方法(Standard Test Method for Breaking Force and Elongation of Textile Fabrics (Strip Method))
- (13) ASTM D5813 熱固性樹脂污水管道系統固化標準(Standard Specification for Cured-In-Place Thermosetting Resin Sewer Piping Systems)

- (14) ASTM F1216 樹脂浸漬管倒置及固化現有管線與管道修復標準 (Standard Practice for Rehabilitation of Existing Pipelines and Conduits by the Inversion and Curing of a Resin-Impregnated Tube)
- (15) ASTM F1417 使用低壓空氣對污水管線進行安裝驗收測試方法 (Standard Practice for Installation Acceptance of Plastic Non-pressure Sewer Lines Using Low-Pressure Air)
- (16) ASTM F1697 聚氯乙烯 (PVC) 異型帶材的機械螺旋纏繞內襯管道修復現有排水溝及管道標準 (Standard Specification for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Profile Strip for Machine Spiral-Wound Liner Pipe Rehabilitation of Existing Sewers and Conduit)
- (17) ASTM F1741 機械螺旋纏繞聚氯乙烯 (PVC) 內襯管修復現有排水溝及管道安裝標準 (Standard Practice for Installation of Machine Spiral Wound Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Liner Pipe for Rehabilitation of Existing Sewers and Conduits)
- (18) ASTM F2019 利用玻璃纖維增強塑膠 (GRP) 現場硫化熱固性樹脂管 (CIPP) 以修復現有管線及管道 (Standard Practice for Rehabilitation of Existing Pipelines and Conduits by the Pulled in Place Installation of Glass Reinforced Plastic Cured-in-Place (GRP-CIPP) Using the UV-Light Curing Method)

1.5 資料送審

1.5.1 送審內容

承包商應依第 01310 章「計畫管理」規定之時間內，檢附下列資料送工程司審核，核可後確實辦理。

- (1) 施工計畫。
- (2) 品質管理計畫。
- (3) 職業安全衛生管理計畫。
- (4) 其他依契約規定之相關計畫。

1.5.2 施工計畫

承包商應提送完整詳細之管線整建施工計畫，並經工程司核可後施工，應包含內容如下：

- (1) 工程概要：包括工程範圍、工程內容、主要施工方法等。
- (2) 工地組織及人力：至少應聘僱具證照之管渠類乙級下水道設施操作維護技術士 1 名、丙級職業安全衛生業務主管 1 名及缺氧作業主管 1 名（應到場執行相關業務）。
- (3) 重力流管應評估整建工法之適用性

本項工作主要係依據承包商施工前閉路電視檢視（CCTV）判釋成果評估契約規定工法之適用性。如有下列情況之一時，承包商須提出建議方案供工程司辦理變更設計之參考。

- A. 管段中接頭半月型脫開超過[25][]mm。
- B. 管線下陷之移位大於管內徑[25][]%。
- C. 重力流管整建免開挖施工完成後於人孔量測之管內徑小於既有管徑之[80][]%。
- D. 管段中障礙物超過管內徑[12.5][]%且無法藉管線清疏設備予以去除。
- E. []

- (4) 內襯管厚度計算書

- A. 重力流管進行區段整建時，應提出內襯管厚度計算書，須依管線

所在位置之條件，以完全損壞公式進行內襯管厚度計算，螺旋內襯工法及螺旋內襯擴大工法依 ASTM F1741、反轉內襯工法及拉鋪內襯工法依 ASTM F1216之附錄X1.2節計算內襯管之最小厚度。

B. 壓力管進行區段整建時之設計分為完全損壞或部分損壞，承包商應依設計圖說所示損壞種類(如設計圖未標示時視為完全損壞)、設計壓力及管線所在位置之條件進行內襯管厚度計算，反轉內襯工法及拉鋪內襯工法依 ASTM F1216 之附錄 X1.3節，完全損壞管採用公式 X1.1、X1.3、X1.4、X1.7，取其最大值為內襯管之最小厚度。部分損壞管採用公式 X1.1、X1.5、X1.6、X1.7，分別計算出內襯管厚度，取其最大值為內襯管之最小厚度。

C. []

(5) 施工程序：包括施工步驟、時程及須工程司協助辦理之事項。

(6) 工程進度：預定進度表及施工網狀圖，必須依工程特性及契約要求詳實訂定。

(7) 使用材料：

A. 下列產品之所有檢驗項目，除另有註明者外，應由符合CNS 17025規定之實驗室辦理，並出具印有依標準法授權之實驗室認證機構之認可標誌之檢驗報告。

B. 如檢驗項目在國內無符合CNS 17025規定之實驗室可辦理時，施工廠商應提出相關證明文件，經工程司核可後，得以政府機關或大專院校之相關檢驗報告替代；如檢驗項目擬於現場檢驗，經工程司核可後，得於現場檢驗，其現場檢驗設備須經認證或合格校正檢驗。

C. 產品進場時，須提出檢驗合格證明（正本）1份供核，否則不得交貨安裝，如因此延誤工期概由施工廠商自行負責。

D. 如產品為國外進口，應附進口證明相關資料。

(8) 施工機具設備。

(9) 施工擋排水計畫。

(10) 交通維持計畫。

(11) 環境保護及清理計畫。

(12) 螺旋內襯工法及內襯嵌釘工法應依 ASTM F1741 規定檢附灌漿計畫：說明灌漿位置、固定方法、灌漿壓力及灌漿材料(含產品製造之物理及化學性質材料)。

(13) []

1.5.3 品質管理計畫

品質管理計畫應參照行政院公共工程委員會頒布之「品質計畫製作綱要」撰寫，品質管理應依第 01450 章「品質管理」之規定辦理。

1.5.4 職業安全衛生管理計畫

職業安全衛生管理應依第 01574 章「職業安全衛生」之規定辦理，包括職業安全衛生管理組織及其權責、自動檢查計畫、安全衛生設施配置、災害預防及應變、職業安全衛生管理人員巡視工地之作法、各項作業之標準作業程序及安全作業標準等。

1.5.5 []

1.6 現場環境

1.6.1 現有管線及其附屬設施之圖說位置係依據現有之資料標示，如有與現場不一致時，應以現場為準，並經相關程序修正竣工圖說。

1.6.2 重力流管施工期間承包商應維持所有管線之正常排水功能，壓力管應由承包商報經工程司同意後，配合該管線之營運作業施工。

1.6.3 施工位置之工作井或人孔，容易蓄積有害氣體及其他可能污染物質，為確保施工品質及施工人員安全，應全面啟動通風設備及持續進行有害氣體濃度偵測。

1.6.4 承包商施工時應依規定設置適當之圍籬或警示標誌。

1.6.5 應避免土壤、雜物、雨水等進入管線。

1.6.6 將工作井或人孔內之進水管封堵，抽除其積水或污水，並設置通風設

備，使井內維持人員可安全工作之狀態。

- 1.6.7 區段整建作業於管線閉路電視檢視時，如發現有地下水滲入會影響施工品質，應先局部止水補漏後，方可施作。

1.6.8 []

1.7 材料檢驗取樣頻率

- 1.7.1 區段整建相同材質、型式、厚度之管段每累計施工長度 [500][]m 至少採樣 1 次，不足 [500][]m 仍須採樣 1 次。

- 1.7.2 局部整建每工法施作[20][]處以下免採樣檢驗，僅須提供合格之出廠報告備查，[21][]處以上則須依本章之第 2 節產品檢驗規定，每批材料採樣 1 次。

1.7.3 []

1.8 整建完成成果之確認

辦理下列檢驗前，承包商應提送整建成果檢驗計畫，並經工程司核可後辦理。檢驗應在工程司之監督下進行，並於相關規定文件簽認。

- (1) 管內電視攝影檢視：攝影機進入人孔前，應先錄影拍攝工程標示板、工程司及人孔周圍環境。
- (2) 漏水試驗：應對工程標示板、工程司及空氣試驗壓力表最終值拍照。
- (3) 高壓水沖洗脫落測試：應對工程標示板及工程司拍照。

2. 產品

2.1 區段整建

- (1) 區段整建採用免開挖工法，著重於改善管線結構性或水力性缺點，達到置換或翻修管線之目的，以延長其使用年限。
- (2) 區段整建工法之選用，係以同一種管徑採用同一種工法為原則，相

關工法施作流程及材料使用標準係依本章規定辦理，惟因現場情況無法採此原則時，應報請甲方核可後依契約規定辦理。

- (3) 施工廠商除針對設計圖內預計修繕管段進行修復外，另須針對甲方指示之管段施作 TV 管線檢視，並將檢視成果及評估區段整建方式建議內容撰寫成果評估報告書（成果評估報告書須於業主核定整體施工計畫書後[30]日內提出），經業主審核後，依成果報告研判管線破損情形，選擇適合整建之工法，並依據規定之修復材料，參照各個污水管修繕工法之施工步驟進行修復工作。

- (4) []

2.1.1 螺旋內襯工法

(1) 說明

- A. 本工法適用於重力流管，其完成後之新管與既有管線之間須施以水泥砂漿灌漿。
- B. 本工法是在現場以硬質聚氯乙烯(PVC)或聚乙烯(PE)製成之板帶螺旋捲製成既有管之內襯管，而板帶外側表面為 T 型狀以增加勁度，較大管徑則在板帶嵌入鋼製加勁材以強化螺旋管的勁度。板帶與板帶之連接分為卡榫式或封條式，使形成之內套管具有水密性。
- C. []

(2) 材料規範

- A. 本工法使用之板帶剛性及化性之品質須符合 ASTM F1697-18 之規定。板帶之材質應符合 ASTM D1784 材質分類 13354 規定(型式 A)、12344 規定(型式 B)或較高等級之產品，如表 1。板帶尺寸及剛性係數規定，如表 2 或表 3，板帶經丙酮浸泡試驗後，不應崩落或崩裂，板帶成形後應緊密接合。板帶在工地取樣檢驗項目規定，如表 4。
- B. 本工法使用之灌漿材料以水泥、水、飛灰或石灰等為主要材料。承包商應考慮既有管線損壞程度，依據內襯管須承受之結構強

度，提送灌漿材料之成份、黏度、抗壓強度等相關資料經工程司核定，方可施工。型式A抗壓強度至少為[21][]MPa，型式B抗壓強度至少為[35][]MPa。

C. []

(3) 檢驗

A. 書面資料送審及材料檢驗

承包商應提送板帶之材質型式與規格、填縫劑或黏著劑之物理及化學性質等書面資料，以及該材料依據之標準編號及規定（如 ASTM F1697、ASTM D1784 等），經送審合格後方可應用。並於施工前提供足夠長度之板帶以供試驗，經檢驗合格後方可使用。

B. 現場抽驗

a. 取樣頻率

板帶於施工中應依本章之第 1.7 項規定，採樣六倍管外徑長度之內襯管以供檢驗其材質。

灌漿材料於施工中每管段(人孔至人孔)皆應製作三個 $\phi 10 \text{ cm} \times H 20\text{cm}$ 圓柱試體辦理檢驗。

b. 檢驗內容

板帶依表 1 及表 4 規定辦理。

灌漿材料應製作試體測試其抗壓強度。

c. 試驗完畢應提送試驗報告送工程司審查。

d. []

表1 ASTM D1784 材質分類13354及12344之規定

特性 \ 單元	1	2	3	4	5
基材 (Base resin)	PVC (Homo-Polymer)	-	-	-	-
耐撞擊力 (Impact resistance)	-	34.7 J/m (0.65 ft. lb/in)	80.1 J/m (1.5 ft. lb/in)	-	-
拉伸強度 (Tensile strength)	-	-	41.4 MPa (6,000 psi)	48.3 MPa (7,000 psi)	-
彈性模數 (Modulus of elasticity in tension)	-	-	-	2,482 MPa (360,000 psi)	2,758 MPa (400,000 psi)
耐溫 (Deflection temperature under load) 1.82MPa(264psi)	-	-	-	70 °C (158 °F)	-

註1：材質分類13354及12344：由左至右數字依序分別代表基材、耐撞擊力、拉伸強度、彈性模數及耐溫特性之單元要求。

註2：所有化合物須依ASTM D635提供可燃性試驗證明，其燃燒範圍(average extent of burning) < 25mm、燃燒時間(average time of burning) < 10秒。

表2 型式A：板帶尺寸及剛性係數(適用於螺旋內襯工法、螺旋內襯擴大工法)

板帶型式	最小寬度 W(mm)	最小高度 H(mm)	與水接觸面 之最小壁厚 T(mm)	最小剛性係數 (MPa-mm ³)
1	51.0	5.5	1.60	21.2×10 ³
2	80.0	8.0	1.60	63.4×10 ³
3	121.0	13.0	2.10	242.7×10 ³
4	110.0	12.2	1.00	180.8×10 ³
5	203.2	12.4	1.50	180.8×10 ³
6	304.8	12.4	1.50	180.8×10 ³

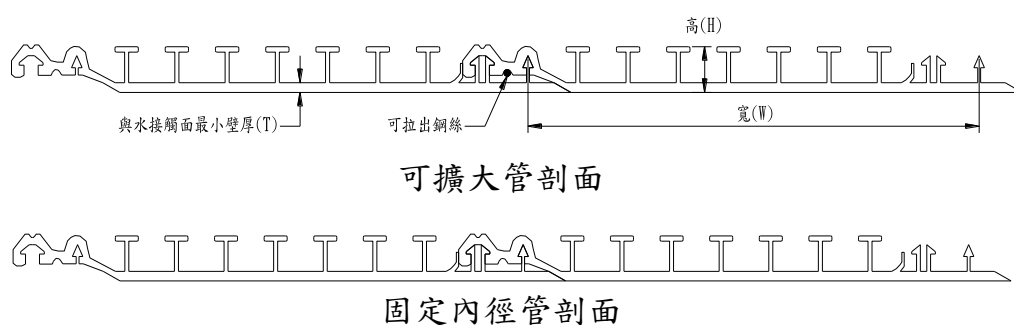


圖1 典型螺旋內襯、螺旋內襯擴大PVC管材剖面(型式A)

表3 型式B：板帶材料物理性質(僅適用於螺旋內襯工法)

板帶型式	最小寬度 W(mm)	最小高度 H(mm)	與水接觸面 之最小壁厚 T(mm)	最小剛性係數 (MPa·mm ³)
1	81.0	8.1	1.44	40955
2	78.3	10.71	1.62	84127
3	72.0	14.67	2.34	219900
4	71.1	19.35	3.06	448656
5	71.28	28.53	3.69	1594900
6	91.44	14.22	1.44	171042

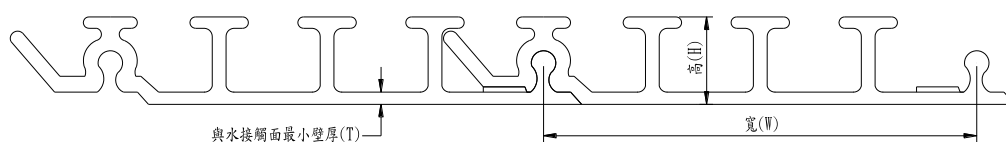


圖2 典型螺旋內襯PVC管材剖面(型式B)

表4 板帶材料物理性質

試驗項目	標準	試驗方法
板帶之材質	詳表 1	書面資料送審
斷面尺寸	詳表 2 或表 3	ASTM D2122
剛性係數	詳表 2 或表 3	ASTM D790 正切彈性模數方法 1
丙酮浸泡	無異狀	ASTM D2152

接合緊密度 (適用於型式 A)	(1)內壓試壓：於內襯管試體內灌滿水，並施加壓力至 74 kPa 持續 10 分鐘，不得有漏水現象。 (2)真空試驗：於內襯管試體內充滿氣體後，進行抽氣使其產生 74 kPa 之負壓，持續 10 分鐘，內部壓力改變不得超過 3 kPa。	ASTM F1697 11.5 節
--------------------	---	-------------------

C. []

(4) []

2.1.2 螺旋內襯擴大工法

(1) 說明

A. 本工法適用於重力流管。

B. 螺旋內襯擴大工法係將二片板帶以螺旋方式結合，並於其結合處放置一條鋼絲，當板帶捲製完成定位後，使捲型機繼續運轉並自管線末端開始將鋼絲緩緩抽出，此時鋼絲已抽走處之板帶會因產生相對滑動而造成擴大管徑之效果，遂使製造完成之螺旋管由管線末端逐漸擴大管徑延伸至捲型機端以形成緊靠於待修管線之內襯。

C. []

(2) 材料規範

A. 本工法使用之板帶其剛性及化性之品質須符合 ASTM F1697-18 之規定。板帶之材質應符合 ASTM D1784 材質分類 13354 規定(型式 A)、12344 規定(型式 B)或較高等級之產品，如表 1。板帶尺寸及剛性係數規定，如表 2，板帶經丙酮浸泡試驗後，不應崩落或崩裂，板帶成形後應緊密接合。板帶在工地取樣檢驗項目規定，如表 4。

B. 黏接板帶之黏著劑須能與板帶相配合，不致影響板帶之品質。

C. []

(3) 檢驗

A. 書面資料送審及材料檢驗

承包商應提送板帶之材質型式與規格、填縫劑或黏著劑之物理及化學性質等書面資料，以及該材料依據之標準編號及規定（如 ASTM F1697、ASTM D1784 等），經送審合格後方可應用。並於施工前提供足夠長度之板帶以供試驗，經檢驗合格後方可使用。

B. 現場試驗規範

a. 取樣頻率

板帶於施工中應依本章之第 1.7 項規定，採樣六倍管外徑長度之內襯管以供檢驗其材質。

b. 檢驗內容

板帶依表 1 及表 4 規定辦理。

c. 試驗完畢應提送試驗報告送工程司審查。

d. []

C. []

(4) []

2.1.3 現場固化工法

(1) 說明

A. 本工法適用於重力流管及壓力管。

B. 本工法係採用複合材料所編織之內襯軟管，編織層內浸漬專用樹脂後，以反轉方式(以下簡稱反轉內襯工法)或拉鋪方式(以下簡稱拉鋪內襯工法)送入整建管段內，利用水壓或氣壓使之貼附於既有管壁，再加熱使樹脂固化，形成堅固光滑之內襯管，以達到管線所需之功能。

C. 反轉內襯工法

a. 內襯軟管：主要以單層或多層可撓性針織氈(Flexible Needled Felt)或其他可吸附樹脂材料編織而成，其外覆可與樹脂相容之 PP 或 PE 膠膜，反轉後成為行水層。

b. 樹脂：通常為不飽和苯乙烯基熱固性樹脂(不飽和聚酯樹脂)(Unsaturated, styrene-based, thermoset resin)或環氧樹脂

(Epoxy resin)。

c. 送入管內方式：利用氣壓或水壓將內襯軟管以反轉方式送入。

d. 養治：通入熱蒸氣或熱水養治，使樹脂硬化，硬化後之內襯應符合 ASTM F1216 標準。

e. []

D. 拉鋪內襯工法

a. 內襯軟管：其組成由外而內包括聚乙烯薄膜(不透光層)、聚乙烯(Polyethylene) / 聚醯胺(Polyamide)薄膜(非滲透層，不屬結構層)、玻璃纖維強化塑料(Glass Reinforced Plastic，簡稱 GRP)如 E-CR 玻璃纖維 (屬結構層)、聚酯纖維/紗(Polyester veil)層(亦屬結構層)、聚乙烯(Polyethylene) / 聚醯胺(Polyamide)薄膜，其結構如圖 3 所示。管徑 150 mm 以下者無須不透光聚乙烯薄膜，其結構如圖 4 所示。

b. 樹脂：採用以耐酸鹼之對苯二甲酸聚酯(Isophthalic polyester)或乙烯基酯(Vinyl ester)為主要成分的熱固型樹脂(Thermoset resin)及與之相容的催化劑(Catalyst)；或是環氧樹脂(Epoxy resin)及硬化劑(Hardener)。

c. 送入管內方式：以拖曳方式將內襯軟管拉入整建管段內。

d. 養治：應用紫外線光源或蒸氣使樹脂固化，固化後之內襯管初期結構強度應符合 ASTM F2019。

e. []

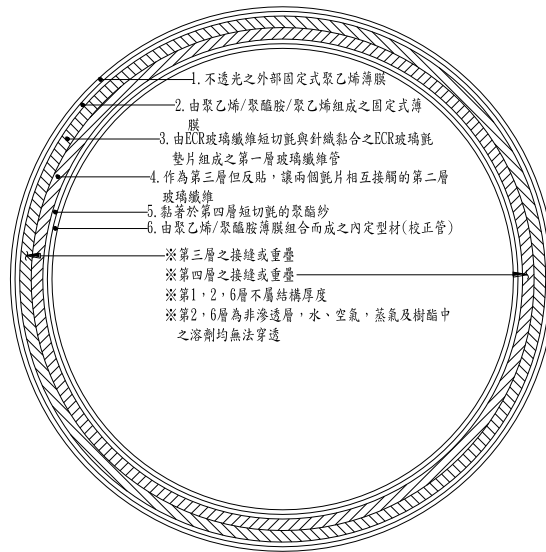


圖3 拉鋪內襯工法使用之內襯軟管組成(一)
適用管徑200 mm 以上

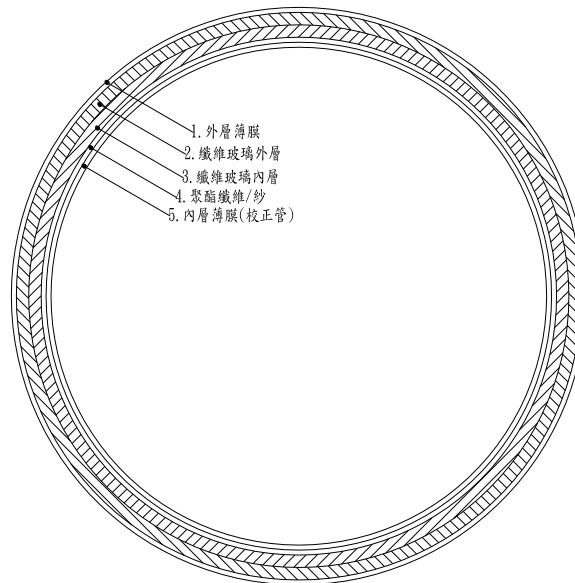


圖4 拉鋪內襯工法使用之內襯軟管組成(二)
適用管徑150 mm 以下

E. []

(2) 材料規範

A. 反轉內襯使用於重力流管之內襯材料須依 ASTM F1216 之規定，固化後初期結構性質規定，如表 5，固化後之抗化學性質須符合 ASTM D543 之試驗規定，如表 6。反轉後之行水層應依 ASTM D3418 檢驗其材質是否為 PP 或 PE 膠膜。

表5 反轉內襯固化後初期結構性質及行水層材質之規定(適用於重力流管)

性質	標準	試驗方法
彎曲強度	31 MPa 以上	ASTM D790 (試驗方法 I：程序 A)
正切彈性模數 (Tangent Modulus of Elasticity)	1,724 MPa 以上	
行水層膠膜材質	PP 或 PE	ASTM D3418

表6 內襯固化後之抗化學性質規定(適用於重力流管)

溶液種類及濃度 (單位：％)(w/w)	標準	試驗方法
自來水 100	試體在 23℃ 下浸泡在左 列各種成份溶液中至少 28 天，其彎曲強度及正切 彈性模數之變化量不得超 過原試驗值之±20%。	ASTM D543 ASTM D790
硝酸 5		
磷酸 10		
硫酸 10		
汽油 100		
植物油 100		
清潔劑 0.1		
肥皂水 0.1		

B. 反轉內襯使用於壓力管之內襯材料，固化後之物理性質須符合表 7 之規定。

表7 反轉內襯之規定(適用於壓力管)

性質	標準	試驗方法
延展強度	21MPa 以上	ASTM D638

C. 拉鋪內襯使用之內襯材料固化後之初期結構性質至少須符合 ASTM F2019 現場固化內襯工法初期結構特性之規定，如表 8。固化後之抗化學性質須符合表 6 之規定。

表8 拉鋪內襯固化後初期結構性質之規定^{註1}

性質	標準	試驗方法
彎曲強度	45MPa 以上 ^{註2}	ASTM D790 (試驗方法 I：程序 A)
正切彈性模數 (Tangent Modulus of Elasticity)	5,000MPa 以上	
延展強度	62MPa 以上	ASTM D3039M

註1：本表所示數值為現場樣本之試驗結果，長期結構性質應向製造商查詢。

註2：所示數值表示周圍及縱向之最小強度。

D. []

(3) 檢驗

A. 書面資料送審及材料檢驗

a. 反轉內襯：承包商應提送樹脂、撓性管材等材料之物理及化學性質等書面資料，以及該材料依據之標準編號及規定（如 ASTM D5035 等），經送審合格後方可應用。

承包商亦須於施工前製作合適長度之固化成形管進行其物理及化學性質試驗，須符合本章之第 2.1.3 款規定後方可應用。

b. 拉鋪內襯：承包商應提送樹脂、玻璃纖維紗(絲)等材料之物理及化學性質等書面資料，以及該材料依據之標準編號及規定（如 ASTM D578 、ASTM D5813 等），經送審合格後方可應用。

承包商亦須於施工前製作合適長度之固化成形管進行其物理及化學性質試驗，須符合本章之第 2.1.3 款規定後方可應用。

本項抽樣方法應能測試強化玻璃纖維的軸向(沿其長度方向)及圓周方向，故樣本應標示軸向及圓周方向。

c. []

B. 現場抽驗

a. 取樣

(i) 內襯長度(人孔至人孔間)累計每[500][]m至少採樣一次，不足[500][]m仍須採樣一次，取樣時應自現場人孔處取得固化後之試驗樣品。

(ii) 樣品應足夠提供五個試體，以作為試驗之用。

b. 尺寸檢驗

(i) 固化管管壁厚：以 ASTM D3567 方法量測，於取樣樣品管壁環狀等距空間量測至少 8 個點，經扣除任何內襯管無結構作用層(塑膠層等)厚度後，求得最小與最大厚度，並計算出平均值。該平均值應符合送審資料之管壁厚度規定，且任何一測點厚度不得小於規定厚度之 [87.5][]%。

(ii) 長度：用於污水管時應延伸至相鄰二工作井之管口外 [10][]cm。用於自來水管時應與工作井管口齊平。

c. 性能試驗

(i) 反轉內襯工法：依本章之第 2.1.3 款規定進行試驗。

(ii) 拉鋪內襯工法：依本章之第 2.1.3 款規定進行試驗。

d. 試驗完畢應提送試驗報告送工程司審查，試驗報告包含下列資料：

(i) 每一試驗期間之每一試體原始數據。

(ii) 每一試驗期間之計算試驗結果。

(iii) 應用每一試驗期間計算平均值，計算出試驗期間平均試驗結果。

e. []

C. []

(4) []

2.1.4 []

2.2 局部整建

- (1) 局部整建亦為局部修補，又稱點補，因管線設施破壞、龜裂或滲漏水等問題，執行部分管線修補工作。
- (2) 或其他經工程司核可之工法。
- (3) []

2.2.1 注藥補漏工法

(1) 說明

- A. 適用於接頭或局部裂縫產生漏水現象者。
- B. 適用管徑[150~800][]mm。
- C. []

(2) 材料規範

注藥補漏材料應為二液型藥劑，藥液須能與管外土壤固結阻擋水體滲漏。其適用材料包括壓克力氫胺脂基凝膠(Acrylamine Base Gel)、壓克力基(Acrylic Base)、尿素基(比憂基)(Urethane Base)、尿素基發泡材(Urethane Base Foam)等。

材料之特性與基本要求如下：

- A. 注藥補漏材料混合後須能避免隨地下水流動或稀釋，且不造成土壤及地下水污染。
- B. 凝膠反應後形成均質、化性穩定、非生物可分解、無毒之軟性果凍物。
- C. []

(3) 檢驗

承包商應於施工前檢送符合上述規定之材料規格、特性及無毒證明文件，經核可後施工。

(4) []

2.2.2 膠膜內襯補漏工法

(1) 說明

- A. 適用於樹根或止水膠圈切除處、接頭滲水處、局部裂縫滲水處等。

B. 適用管徑[200~600][]mm。

C. []

(2) 材料規範

A. 由玻璃纖維布、不織布等補強材料與熱固性樹脂複合構成，成形後之內襯厚度由承包商依需要計算，送審核可後方可施工，厚度不得小於 2 mm。

B. 樹脂可採用不飽和多元酯(POLYESTER) 樹脂或乙烯基酯 (VINYL ESTER) 樹脂或環氧樹脂(EPOXY)等，其品質標準如表 11：

表 11 膠膜內襯補漏工法使用之樹脂

項 目	標 準	試 驗 方 法
彎曲強度	31 MPa	ASTM D790
正切彈性模數 (Tangent Modulus of Elasticity)	1724 MPa	ASTM D790
浸漬試驗	將試體分別浸於 20%濃度之硝酸、鹽酸、硫酸、及苛性鈉溶液中，試驗時須維持室溫在 23~25℃之間，經 28 天後檢視試體無剝落及不良影響。	ASTM D543

C. []

(3) 檢驗

每批材料於進場前均須依表 11 規定要求製作試樣檢驗合格。

(4) []

2.2.3 不銹鋼片內襯工法

(1) 說明

A. 適用於樹根或止水膠圈切除處、接頭滲水處、局部裂縫滲水處等。

B. 適用管徑[200~600][]mm。

C. []

(2) 材料規範

A. 不銹鋼環片：應採用 CNS 8499 之[SUS 304][]不銹鋼，不銹

鋼環片應具有卡榫，展開後可自動扣緊維持圓筒狀不再彈回，圓筒狀不銹鋼環片兩端應向管壁傾斜，使流水經過時順暢，不銹鋼環片縱向長度不得小於 40 cm，圓周長則配合管徑製作。

B. 止漏藥劑：於不銹鋼環片與管壁間以止漏藥劑充填，以達到止漏效果。藥劑須為無毒與不閃燃之高分子液態聚合劑，遇潮濕環境能形成低溫膠化反應以封堵管路滲漏，並能自然由管壁裂縫擠出管外與土壤結合固化構成新的管體荷重支撐功能。其材料由承包商自行選用。

C. []

(3) 檢驗

不銹鋼環片應依 CNS 8499 之規定檢驗物理性質與化學成分，經核可後施工。

(4) []

2.2.4 人工灌注止漏工法

(1) 說明

A. 用於結構完善，人員可安全進入施工之損壞處。

B. 適用管徑[800][]mm 以上。

C. []

(2) 使用材料

無收縮水泥、固化藥劑或其他止漏材料。

(3) 檢驗

承包商應於施工前檢送使用材料之規格、特性及無毒證明文件，經核可後施工。

(4) []

2.2.5 []

3. 施工

3.1 一般規定

3.1.1 承包商應提供所有必須之人員、材料、機具及補給。

3.1.2 承包商應於施工前勘查工作範圍內之人孔、管線、地下水及排水情形，如有人孔迷失或無法開啟之情形，應與工程司討論排除方式，經工程司同意後施作。

3.1.3 承包商應於施工前[48][]小時通知工程司及主管單位。

3.1.4 []

3.2 作業順序

3.2.1 區段整建作業依序如下：

(1) 依本章之第 1.5.2 款提出內襯管厚度計算書送工程司核可後施工。
但嵌釘內襯工法僅適用於重力流管之補漏及防腐蝕，不適用於結構補強，故依本章之第 2.1.4 款規定辦理即可。

(2) 準備工作包括管內障礙物清除及管內清理作業等，並視施工需要辦理管線擋水及導水作業。

(3) 進行管線區段整建作業。

(4) 施工完成後之檢驗作業。

(5) 導水槽配合更生

完工後應將上下游人孔內之既有導水槽敲除後重作，使新槽凹底流水面與完成內襯管內面流暢無斷差。

(6) 恢復通水服務

A. 完成施工之管段，依工程司需要於完成後[24][]小時內通水。

B. 以遙控機械切除或人員進入方式進行分支管通水連接工作。

C. []

(7) 設計圖說內未列入施工之管段，承包商於 CCTV 檢視與清理後可提出建議，經辦理變更設計後方可施工。

(8) []

3.2.2 局部整建作業依序如下：

(1) 膠膜內襯補漏工法須提出膠膜厚度計算書送工程司核可後施工。

(2) 準備工作包括管內障礙物清除及管內清理作業等，並視施工需要辦理管線擋水及導水作業。

(3) 進行管線局部整建作業。

(4) 施工完成後之檢驗作業。

(5) 設計圖說內未列入施工之損壞處，承包商於 CCTV 檢視與清理後可提出建議，經辦理變更設計後方可施工。

(6) []

3.2.3 []

3.3 準備工作

3.3.1 管線擋水、導水、清管及檢視作業

(1) 進行下水道閉路電視檢視時，應先進行擋水及導水作業，將上游管線污水予以繞流至下游或其他污水管線；如須排入雨水溝渠須取得相關主管機關許可。

(2) 擋水作業可視下水道型態，採用充氣栓塞、砂包或其他經工程司認可之設備，以堵塞上游之進水。使用充氣栓塞擋水時，應於上游處至少設置 2 處栓塞，並將栓塞內氣壓之壓力表置於人孔附近地面，栓塞壓力應維持在[200][]kPa 以上。充氣栓塞應附有出廠檢驗合格證明。

(3) 導水裝置之容量係依據工作時下水道之流量，必要時選用適當之擋水設施、抽水系統、導水繞流管線及水位監測計等自動控制設備，將上游水體導至管段之下游，而不致影響施工。

- (4) 承包商應依據導水距離、施工期間及現場交通狀況做好導水作業系統之安全防護及警告設施，並做好防止污水外洩，避免污染環境。
- (5) 工作場所如有易燃浮油應先將其清除。
- (6) 清管及檢視作業，應符合第 02536 章「下水道閉路電視檢視」之相關規定。
- (7) []

3.3.2 人孔氣體偵測與通風作業

- (1) 人員進入人孔作業前，應依據「缺氧症預防規則」及「職業安全衛生設施規則」等相關規定，配合人孔開啟作業，立即進行人孔氣體偵測與通風作業。其方式係先以[四]或[五]用型氣體偵測器量測人孔內一氧化碳、硫化氫、可燃性氣體、氧氣濃度[及揮發性有機氣體]，並予以記錄。量測後即進行人孔通風作業，俟人孔內氣體濃度達到安全衛生標準後，以高壓水清潔施工表面，並要求作業人員架設三腳架及防墜器，確實扣掛於作業人員穿戴之背負式安全帶、生命偵測儀後，人員始可進入作業，且人員在人孔內工作期間，仍應持續進行人孔氣體偵測及通風作業。
- (2) 人孔內氣體濃度警戒值如下：
 - A. 一氧化碳(CO)：應低於35ppm
 - B. 硫化氫(H₂S)：應低於10ppm
 - C. 可燃性氣體(Flammable gas)：應低於30%(LEL)
 - D. 氧氣(O₂)：應介於18～23%(VOL)
 - E. [揮發性有機氣體(VOC)：應低於30%(LEL)]
- (3) []

3.3.3 []

3.4 施工方法

3.4.1 區段整建

3.4.1.1 螺旋內襯及螺旋內襯擴大工法

本工法允許水深比小於管徑[30][]%環境下施工。螺旋內襯工法及螺旋內襯擴大工法施工程序為既有管線擋水及導水、管線清理與管內檢視、障礙物清除、板帶準備、螺旋內襯製管施工、封口、灌漿、完工檢視、完工檢驗及場地清理等工作。

(1) 準備工作

依本章之第 3.3 項規定辦理。

(2) 板帶材料準備

(3) 製管施工

- A. 將製管機置於發進井予以固定，同時將板帶送入既設管中，並於板帶邊及固定裝置上視需要添加黏著劑，透過製管機纏繞形成螺旋狀內襯管，製管速度約每分鐘[3~5]m。
- B. 螺旋內襯工法製管完成後，俟到達出口端以快乾水泥將出口端之新舊管線間隙封閉，再依(5)之規定將新舊管間隙予以灌漿填滿。
- C. 螺旋內襯擴大工法施工時，當製管到達出口端，先以聚氨基甲酸酯(PU)發泡劑將出口端之新舊管線間隙封閉，使其無法扭轉，然後將預先放置在板帶間之鋼索拉出使板帶得以自由滑動，繼續將板帶輸送入管內製管使內襯管管徑擴大，並靠緊舊管壁，完成製管作業後，再於出、入口端以快乾水泥將新舊管線間隙封閉。
- D. 製管過程應隨時檢查製管機頭與新管是否密合，材料是否受損或變形。

E. []

(4) 灌漿

- A. 採用螺旋內襯工法當製管完成後，應使用與內襯材質相容之材料灌漿填封。
- B. 管徑小於 800 mm 之灌漿應於一端開始灌入至另一端流出為止；管徑大於等於 800 mm 之灌漿應由施工人員進入管內，並以環片支撐內襯管後於適當距離內鑽孔灌漿。灌漿壓力約[100][]kPa，不高於[150]kPa。

C. []

(5) 分支管連接

新管完成後，管線內原來設有分支管處應重新連接，利用電視攝影機從管線內部以遙控切割裝置重新開口銜接。

(6) 場地清理

完工後應將多餘材料清除使場地恢復原有功能。

(7) []

3.4.1.2 現地固化工法

(1) 內襯管材之預備及輸送

A. 反轉內襯管材

a. 承包商應於適宜地點設置廠房，作為內襯軟管浸漬、裝箱及配送之場所。

b. 依核可施工計畫製作符合內徑及厚度要求之內襯軟管。

c. 在適宜之溫度環境下，利用特殊塗佈機具將液狀熱固性聚脂、不飽和多元酯或環氧樹脂均勻塗佈於內襯軟管之編織層內，直至浸透為止。

d. 將浸透之內襯軟管裝入可保持適宜溫度的容器內，運送至工地。

e. []

B. 拉鋪內襯管材

a. 在工廠內將內襯軟管以樹脂完全浸漬後進行樹脂加厚處理(thickening procedure)使達到所需厚度，並於完成後包覆最外層薄膜。

b. 內襯軟管出廠時，應於包裝上標示製造日期、樹脂種類(製造商、商標名稱及批號)等資料。

c. 內襯軟管施工材料應儲存於溫度低於[21][]°C的場所，運至工地前，應記錄其曝露溫度及時間。

d. []

C. []

(2) 準備工作

- A. 依本章之第 3.3 項規定辦理管線擋水、導水、清管及檢視作業、人孔氣體偵測與通風作業等準備工作。
- B. 承包商於施工前應提送熱水或蒸氣之固化作業及冷卻過程之溫控及時間管理計畫送工程司審核。如使用紫外線固化則應提出維持時間、紫外線固化燈行進速度及穩定內襯軟管壓力之計畫。
- C. []

(3) 現場鋪設施工

A. 反轉內襯工法

- a. 分為水壓反轉及氣壓反轉二種施工方法。水壓反轉之施工在人孔或工作井處，將已浸透之內襯軟管送入垂直地面的不透水反轉導管，導管對準原有管道。將軟管前端內層外翻成外層，並以不漏水封口固定於導管端的反轉頭，然後灌注清水於外翻內襯與未翻內襯間，利用水壓使軟管反轉通過原有管道，到達另一端人孔或工作井，隨時保持壓力使內襯緊貼於原有管壁。氣壓反轉之施工將已浸透之內襯軟管經由人孔或開挖之工作井送入。在導引滑槽的頂端將軟管前端自內層外翻成外層並固定於滑槽末端的反轉頭，且外覆不透水塑膠膜。當軟管進入導引滑槽時，即將內面反轉出來，利用足夠的空氣壓力使軟管能通過原有管道，到達另一端人孔或工作井，隨時保持壓力使內襯緊貼於原有管壁。
- b. 持壓監測系統：反轉管製造商應於施工前提供能將反轉管緊貼原有管道之最小壓力及最大容許壓力。一旦開始反轉，壓力須保持於容許壓力範圍內直到反轉完成。當壓力超出容許範圍時，所安裝之軟管應從原有管線上拆除。
- c. 潤滑劑：反轉時加入潤滑劑以減少磨擦，潤滑劑應倒入下方軟管之反轉用水中或直接倒進管中。潤滑劑須選用以礦物油為基礎之無毒產品，以避免細菌滋生。

d. 注意事項：採水壓反轉時，臨時鷹架搭設及高空作業應符合勞安法規之相關規定。

e. []

B. 拉鋪內襯工法

a. 將工作車停靠於管段下游端，裝箱管材置於上游端人孔蓋前，準備進行內襯軟管拉鋪。

b. 將下游端捲揚機之鋼索拉至上游端路面人孔後方，打開管材箱取出內襯軟管，將其摺半以布索網紮固定，布索套以鋼環，再將鋼索連結鋼環，以捲揚機拉緊鋼索固定布索，前方應安裝滑動襯墊(Sliding foil)，滑動襯墊須能覆蓋管路下方 1/3 的圓周，內襯軟管放置於滑動襯墊上，降低拉鋪時之摩擦力，以使內襯軟管的伸長量不超過原軟管長度之[2][]%。

c. 以捲揚機將內襯軟管拖曳通過舊管，拖曳速度不得超過[5][]m/min，拖曳過程中應小心勿損及既有管線。

d. 完成拉鋪作業後，將多餘內襯軟管切除回收於管材箱內。

e. []

C. []

(4) 固化

A. 反轉內襯工法

反轉內襯之現場固化方式可採用熱水循環固化或蒸汽氣循環固化，說明如下：

a. 熱水循環固化：

(i)內襯反轉完成後，安裝加熱設備及水循環設備填充內襯後之管線。此設備須能輸送熱水並將水溫提高至可使樹脂固化的溫度。

(ii)加熱器應配置適合之溫度計，以測量流出與流入之水溫，並於充填導管起始處至反轉終點之管道間再設置另一個溫度計以監測固化時的溫度。

(iii)以核可之溫升速率逐漸加熱達到固化溫度後，維持固化溫度一定時間至完全固化為止。

b. 蒸氣循環固化

(i)內襯反轉完成後，使用蒸氣產生器將蒸氣散佈於水管中，此設備應能將蒸氣輸送至整個管線內部，以一致升高內部的溫度，使其保持所需之定溫以利樹脂固化。

(ii)應裝置適當之溫度計以測量流出之蒸氣溫度，另應裝置溫度計於反轉導管與原有管線兩者之尾端，以監測固化過程之溫度。

(iii)以核可之溫升速率逐漸加熱達到固化溫度後，維持固化溫度一定時間至完全固化為止。

c. 壓力控制

固化開始前須保持管內壓力使軟管緊貼於原有之管線到固化完成為止。

d. []

B. 拉鋪內襯工法拉鋪完成之內襯軟管可以蒸氣或紫外線固化。

a. 蒸氣固化方式如下：

(i)將拉鋪完成之內襯軟管套入吹氣成型用之套頭(Packer Head)後，下游端以高壓管連結紫外線(UV)工作車上之真空幫浦，將出口處之內襯軟管安裝於歧管入口處，歧管連接至空氣/蒸氣管出口，歧管入口應安裝壓力感測器。將空氣灌注於內襯軟管內，使其膨脹、定型，貼於舊管管壁。

(ii)蒸氣溫度調整至製造商說明書規定之溫度。

(iii)由內襯軟管外之溫度感測器觀察溫度已達到製造商建議值時，應於[126][]°C下進行蒸氣固化處理，俟固化完成後，應慢慢地以空氣置換，並將固化後的內襯冷卻至外側溫度感測器降至[60][]°C為止。亦可透過水與空氣混合的方式加速冷卻之。

- (iv)冷卻固化後先拆除歧管，再拆除校正管。
- (v)固化過程中，應維持其時間、溫度及壓力之穩定。
- (vi)整個拉鋪及固化，不得出現乾點(Dry Spots)、起泡(Lifts)及脫層(Delamination)等情形，否則應予以更換。

b. 紫外線固化方式如下：

- (i)將拉鋪完成之內襯軟管套入吹氣成型用之套頭後，下游端以高壓管連結 UV 工作車上之真空幫浦，將出口處之內襯軟管安裝於歧管入口處，歧管連接至空氣/蒸氣管出口，歧管入口應安裝壓力感測器。將空氣灌注於內襯軟管內，使其膨脹、定型，貼於舊管管壁。
- (ii)達到定型壓力(需有壓力對照表)後，打開下游端之套頭，將 UV 固化裝置放入已定型之內襯管內，再次將套頭套上。
- (iii)再次將內襯管充氣達到設定之壓力，UV 工作車以捲揚機鋼索拉至上游端啟動 UV 燈，並以穩定之速度(依管材管徑而有不同，需有速度對照表)牽引 UV 燈通過內襯管來進行固化。
- (iv)UV 燈之光波波長操作範圍為[200~400][]nm。(應檢附檢驗報告或校正報告)
- (v)固化完成後，打開二端之套頭，取出 UV 燈，在人孔處管口預留[10][]cm 之長度，將多餘部分切除。
- (vi)固化完成後先拆除歧管，再拆除校正管。
- (vii)固化過程中，應維持其時間、紫外線固化燈行進速度及壓力之穩定。
- (viii)整個拉鋪及固化，不得出現乾點、起泡及脫層等情形，否則應予以更換。

c. []

C. []

(5) 冷卻

冷卻應依施工計畫之時程進行，冷卻步驟如下：

A. 反轉內襯工法主要冷卻步驟如下：

- a. 熱水固化後，須先將新管冷卻至[38][]°C以下，可引入冷卻水來完成冷卻動作。釋出冷卻水時須預防產生真空現象以免損壞內襯。
- b. 蒸氣固化後，須先將其冷卻至[45][]°C以下。可引入冷卻水到此段新管中，以完成冷卻。釋出冷卻水時須預防產生真空現象以免損壞內襯。
- c. 完成之管線應連續涵蓋整個反轉的長度，內部表面應完整均勻。
- d. 冷卻完成，裁切突出之內襯，重力管用內襯管應突出人孔壁至少[10][]cm 以便管材檢驗用，用於壓力管時依(6)管口收邊辦理。
- e. []

B. 拉鋪內襯工法主要冷卻步驟如下：

拉鋪內襯工法冷卻步驟依本章之 3.4.1.2 第(4) B.(a)(iii)項。

C. []

(6) 管口收邊

- A. 壓力管：將鋪設至管口的固化後內襯管往內切除[15][]cm，並在內襯端口處削成 45°角。把切除好的內襯與既有管材表面清理乾淨，同時在表面塗上 2~3 層，在常溫下約[30][]分鐘內可硬化之樹脂。待樹脂硬化後，再塗上一層填封樹脂。然後把準備好的封口橡膠襯墊放置於已塗好樹脂的內襯管與既有管材交接處。將張力鋼環放置在橡膠襯墊上，使用小型油壓機將張力鋼環張開至一定的位置，同時橡膠襯墊將緊壓於內襯管與既有管上，如圖 6 所示。

- B. 重力管：管口處之內襯管與舊管間應以化學填封劑或其它與內襯管相容之材料填封，不得形成環狀間隙。

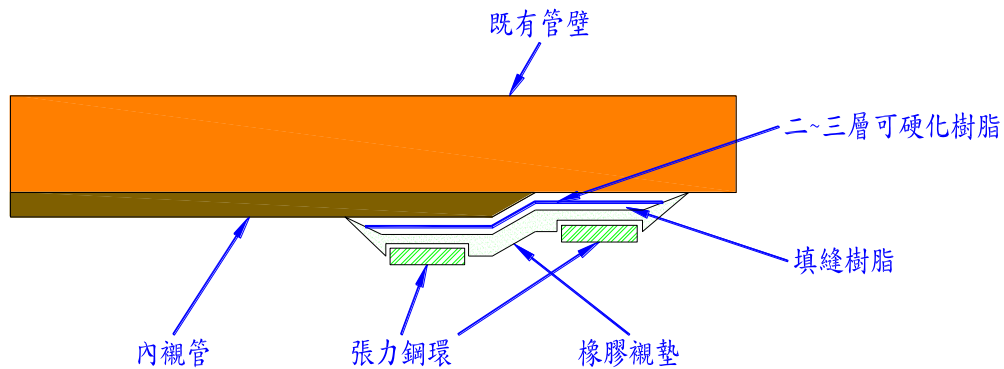


圖6 壓力管內襯之管口收邊示意圖

C. []

(7) 固化及冷卻溫控過程之電腦報表應送工程司審核。

(8) 完工後 CCTV 檢視

以管內攝影機檢視內襯管施作成果，並錄影存證。

(9) 依本章之第 3.5.1 款進行漏水或空氣試驗。

(10) 場地清理：完工後應將多餘材料清除使場地恢復原有功能，並視需要整修人孔壁及人孔底部。

(11) []

3.4.1.3 內襯嵌釘工法

(1) 準備工作

依本章之第 3.3 項規定辦理。

(2) 嵌釘管準備

(3) 拉鋪及成型

以牽引機將 HDPE 嵌釘管拉鋪至另一人孔端後，小管徑(<800 mm)以氣壓式密封球將兩端封住，施以[150][]kPa 的氣壓或水壓將嵌釘管膨脹成型；大管徑(≥ 800 mm)可由施工人員進入管內，以內支撐架支撐內襯管使其成型。

(4) 灌漿

A. 內襯嵌釘管成型後，應使用與嵌釘管相容之材料灌漿填封，灌漿材料以水泥、水、飛灰或石灰等為主要材料。

B. 灌漿時在低處先以快乾水泥將新舊管線間隙封閉，並由低端多管灌漿直至高端滿溢為止後，以快乾水泥將出口端之新舊管線間隙封閉並整平管端。灌漿壓力約[100][]kPa，以不高於[150][]kPa 嵌釘管之成型壓力為原則。灌漿固化完成後，移除兩端氣壓式密封球或內支撐架，完成修復作業。

C. []

(5) 場地清理。

完工後應將多餘材料清除使場地恢復原有功能。

(6) []

3.4.2 局部整建

3.4.2.1 注藥補漏工法

- (1) 先將止水藥劑依材料說明書或型錄中述明之適當比例調配成 A 劑及 B 劑，分別儲存於桶槽內，以試杯分別取樣混合後，視其試體成形成狀，由承包商自行確認藥劑調配無誤。
- (2) 將膨脹氣囊置於容器內，並將兩液化學藥劑輸送管分別連接泵浦，然後打開泵送開關，讓輸送管內之空氣排出至藥劑無氣泡流出為止。
- (3) 在 CCTV 監看下將膨脹氣囊及藥劑輸送管以絞盤拖拉至施工位置定位後充氣，使其膨脹緊貼管壁形成一獨立空間。將藥劑注入此空間並加壓使其送出管外與外部砂土結合，當壓力持續升高後關閉泵送開關，並觀察其壓力保持[50][]kPa，至少[30][]秒無下降情形，方可將膨脹氣囊洩壓移除，相關 CCTV 及施工全程之壓力攝影紀錄必須提送工程司備查。
- (4) 施工完成後，殘留於管壁內之凝結物，應以高壓洗管機將其清除。
- (5) []

3.4.2.2 膠膜內襯補漏工法

- (1) 先將樹脂及硬化劑依材料說明書或型錄中述明之適當比例混合備用。
- (2) 裁剪縱向長度至少[35][]cm、圓周長依管內徑計算且搭接長度至少須有[10][]cm 之不織布與玻璃纖維布數片，在工作台上將

不織布與玻璃纖維布分層塗以樹脂形成膠膜，惟厚度不得小於
[2][]mm。

- (3) 將製作完成之膠膜緊貼於膨脹氣囊的中心點，並另外製作膠膜樣品，以便施作期間判斷所需硬化時間。
- (4) 在 CCTV 監看下以絞盤拖拉膨脹氣囊至施工位置定位，再將膨脹氣囊充氣，使膠膜展開緊貼於施工處，使其與管壁緊密結合，施作期間膨脹氣囊之壓力不得下降。
- (5) 視情形加熱，同時觀察膠膜樣品，推斷施工處膠膜硬化完成後，洩放膨脹氣囊內氣體，拉出膨脹氣囊即完成。
- (6) []

3.4.2.3 不銹鋼片內襯工法

- (1) 將不銹鋼內襯片捲成圓筒狀套上膨脹氣囊，並於其上包覆之吸收層塗以止漏藥劑，在 CCTV 監看下以絞盤拖拉至待施工處。
- (2) 當裝載不銹鋼襯片之膨脹氣囊到達定位後，將膨脹氣囊充氣使不銹鋼襯片展開緊貼既有管壁，並使其卡榫自動扣緊。
- (3) 待不銹鋼片與管內壁間止漏完成後，將膨脹氣囊洩壓取出即完成。
- (4) []

3.4.2.4 人工灌注止漏工法

- (1) 本項施工因人員進入管內施工，應特別注意勞工安全衛生規定，進行必要之先期準備工作，並視需要排除既設下水道人孔內之積水。
- (2) 先於漏水損壞處鑽孔並裝設引流導管，再以可塑性止水材將漏水損壞處初步封堵，封堵時須保留約[2~3][]cm 之深度，以供最後表面層修抹之用。
- (3) 俟漏水處損壞初步止水完成後，於引流導管內灌入水膨脹止水劑或發泡 PU，使漏水處完全止水。
- (4) []

3.4.3 []

3.5 整建完成後檢驗作業

3.5.1 區段整建之檢驗作業

(1) 材料檢驗

- A. 採用螺旋內襯工法或內襯嵌釘工法，當製管完成後，應檢驗灌漿材料。
- B. 採用反轉內襯或拉鋪內襯工法，當內襯固化完成後，應於現場切除一段多餘之內襯裸管量測厚度合格後，重力流管依據表 5 及表 6 檢驗其物性及化性，壓力管依據表 7 檢驗其物性。
- C. []

(2) 管內檢視錄影

- A. 管內檢視錄影應在工程司之監督下進行。
- B. 螺旋內襯工法及螺旋內襯擴大工法內襯材料應無斷裂、變形、撐開、跳脫、滲水等情事。
- C. 反轉內襯或拉鋪內襯工法內襯固化成型後應無淚滴、氣泡、下垂、破裂、滲水、變形及皺褶等情事。但因既有管體管徑變化產生縱向皺褶、轉彎產生環向皺褶等則不在此限。
- D. 嵌釘內襯工法成型後應無下垂、破裂、滲水及變形等情事。
- E. []

(3) 漏水試驗或空氣試驗

- A. 試驗方式分為整段管線漏水試驗法或整段管線空氣試驗法，依現地情況選擇一法以完成試驗工作，須在工程司監督下進行並於試驗成果表簽認。
- B. 整段管線漏水試驗法係在兩人孔間採用外滲法試水。試驗前均應先將管內積水、砂及污泥排除乾淨。採用漏水試驗前承包商應依工地工程司指示進行地下水位測定，然後堵塞內襯管的兩端並灌水。管道內外滲水不可超過每 cm 內襯管內徑每 100 m 每天 5 公升 (1)，且須排出所有空氣。滲漏量應在上游設置臨時立管量測水位。在外滲法測試期間，管內最大壓力不應超過 3 m 水柱或 30

kPa，立管內水位應該高於管頂或高出地下水位 0.6 m，以較高者為準。進行測試最低為 1 小時。

C. 整段管線空氣試驗法應以充氣橡皮止水塞裝置於管段之兩頭，充氣後使管段與其他部份隔離，然後灌空氣加壓使其達到[30][] kPa 之壓力，並維持壓力在[25~30][]kPa 間，至少[2][]分鐘穩定狀態，當壓力降至 25 kPa 時開始計時，測量降至 18 kPa 氣壓之時間，須大於表 12 規定之時間方為合格。

D. []

(4) 高壓水沖洗脫落測試

每段管線於施工完成後應以至少[5,000][]kPa 高壓水柱沖洗而不致脫落，須在工程司監督下進行並於測試結果簽認。

表12 整段管線空氣試驗法壓降7 kPa之最少時間

管徑 D(mm)	對應各種管長 L(m) 壓降 7 kPa 之最少時間 T(sec)								
	30m	45m	60m	75m	90m	105m	120m	135m	150m
100	223	223	223	223	223	223	223	223	223
150	337	337	337	337	337	337	337	367	407
200	449	449	449	449	449	507	579	652	724
250	558	558	558	566	679	792	905	1,018	1,132
300	673	673	673	815	978	1,141	1,304	1,466	1,629
350	784	784	887	1,109	1,331	1,552	1,774	1,996	2,218
400	898	898	1,159	1,448	1,738	2,028	2,317	2,607	2,897
450	1,014	1,100	1,466	1,833	2,200	2,566	2,933	3,300	3,666
500	1,116	1,358	1,810	2,263	2,716	3,168	3,621	4,073	4,526
600	1,347	1,955	2,607	3,259	3,911	4,562	5,214	5,866	6,518
700	1,774	2,661	3,548	4,436	5,323	6,210	7,097	7,984	8,871
800	2,317	3,476	4,635	5,793	6,952	8,111	9,269	10,428	11,587
900	2,933	4,399	5,866	7,332	8,799	10,265	11,732	13,198	14,665

註：本表係參考ASTM F1417 表2修改而得，其餘未列之管長及管徑須依據下式計算

$$T = 2.231DK$$

$$K = 0.0000541DL \geq 1$$

式中 T：對應各種管長L(m)壓降7 KPa之最少時間，sec

D：管徑，mm

L：管長，m

(5) []

3.5.2 局部整建之檢驗作業

免開挖局部整建完成後應依下列規定辦理檢驗作業：

- (1) 下水道閉路電視檢視錄影。
- (2) 管內免開挖局部整建完成後應於施工處進行個別接頭氣壓測漏，接頭氣壓測漏方法為每一接頭處兩端設置橡皮止水球，充氣使其膨脹封堵住兩端不使空氣溢出，然後以加壓空氣由中間灌入，加壓至[50][] kPa 後，關閉開關維持[30][]秒，其壓力仍維持在[35][]kPa 以上為合格。
- (3) 高壓水沖洗脫落測試：局部整建處於施工完成後應以至少[5,000][]kPa 高壓水柱沖洗而不致脫落，須在工程司監督下進行並於測試結果簽認。

(4) []

3.5.3 []

3.6 不合格之處置

廠商應將滲水或其他不合格處改善或重做，再做試驗至符合上述規定為止。

3.7 驗收

3.7.1 竣工文件

廠商應準備下列各項資料[10]份作為驗收依據：

- (1) 整建前後管線 CCTV 檢視光碟。
- (2) 書面報告

書面報告應分別裝訂成冊，至少應包含安全衛生檢查記錄、內襯及其他修復方式之工作敘述、方法及設備說明等、施工照片及說明、檢驗報告(含材料之檢驗結果或一年內之檢驗報告等)，而各項檢驗報告應列出規範值與測定值之比較表，包括材料檢驗、管內檢視錄

影、每整建管段之漏水試驗、高壓水清洗脫落測試等。

3.7.2 驗收方式

- (1) 驗收之內容包括「文書資料檢查」及「現場抽驗」二部分，「文書資料檢查」包括查對竣工數量、查看施工前後管段 CCTV 檢視光碟、查核檢驗報告及施作位置數量簽認表等資料；「現場抽驗」包括查核竣工數量及工項。
- (2) 廠商應提供適當之機具、人員以協助業主辦理驗收。
- (3) 各項檢驗報告及施作數量表均須經過工程司簽認方為有效。
- (4) 區段整建之重力管由業主當場指定位置進行 CCTV 檢視，依 3.5.1(2) 之資料辦理驗收，抽驗數量及範圍依以下原則由業主驗收人員決定：內襯或修復總數量以每[20]段抽驗 1 段，不足[20]段以[20]段設計。驗收時抽驗之施工品質如有不合格，除當場加驗不合格處數之 2 倍外，加驗如仍有不合格者，則須針對全部工程進行本項檢驗，所有不合格處並應依契約規定期限改善完成。
- (5) 區段整建之壓力管於驗收階段無法另行辦理 CCTV 檢視，故應於 3.5.1(2)每次施工完成後之管內檢視錄影階段先行呈報業主派員會同辦理 CCTV 檢視，將其合格之成果做為驗收之依據。驗收時須依據契約規定辦理試壓。
- (6) 局部翻修或局部整建之管件驗收時以抽驗為主，抽驗數量及範圍依下列原則由業主驗收人員決定，免開挖局部翻修或局部整建每工法施作[20]處以下免抽驗，僅需提供管內免開挖局部翻修或局部整建完成後個別接頭氣壓測漏合格之報告備查，[21]處以上則每增加[20]處增加抽驗 1 處個別接頭氣壓測漏。驗收時抽驗之施工品質如有不合格，應當場加驗不合格處數之 2 倍，該加驗之數量中如仍有不合格，則須針對全部工程進行本項檢驗。

3.7.3 驗收標準

- (1) 竣工數量須符合竣工圖與結算書之數值方為合格。
- (2) 竣工報告及影片光碟或現場抽驗影(照)片經複查結果，仍有漏水未

完全封堵現象時，廠商應再進行補漏及複查作業。抽驗及缺失改善復驗之檢驗工作，其費用已包含於整建施工費用中，業主依契約及施工規範規定之驗收工作，廠商應予以配合，並不得以任何理由要求增加費用。

4. 計量與計價

4.1 計量

- 4.1.1 擋水、導水、清管、檢視作業依管徑分類，以完成檢視管段(人孔中心至人孔中心)為基準，每完成 3.3 項準備工作後計量一次，再完成 3.5.1(2) 管內檢視錄影計量一次，及於完成免開挖局部整建管段之數量計量，每管段(人孔管口至人孔管口)計量一次，單位為[m][]，每管段四捨五入計算至[小數點第一位][]。驗收施作之擋水、導水、清管、檢視作業及保固期滿施作之擋水、導水、清管、檢視作業數量不另計量。
- 4.1.2 內襯作業依管徑分類，以完成內襯管段之數量計量，每內襯管段(人孔管口至人孔管口)計量一次，單位為[m][]，每管段四捨五入計算至[小數點第一位][]。CCTV 檢視不合格辦理之修復數量不另計量。
- 4.1.3 工程保險費、自主性品管費、交通安全維護費、勞工安全衛生及環保費、為驗收所需之「文書資料檢查」及「現場抽驗」費等皆以[一式][]計量。
- 4.1.4 注藥補漏、人工灌注止漏施工以[處][]計量，包含施工及材料費用，以實作數量計量。
- 4.1.5 局部修補(含不銹鋼內襯或膠膜內襯等)以[處][]計量，以實作數量計量。然不銹鋼內襯及膠膜內襯如使用於縱向連續破損時，則以每[0.5][]長為一處計量，不足[0.5][]m 長時亦以為一處計量。
- 4.1.7 自主性品管費、交通安全維護費、勞工安全衛生及環保費、工程保險費、

為驗收所需之「文書資料檢查」及「現場抽驗」費等皆以[一式][]計量。

4.1.8 []

4.2 計價

4.2.1 工程契約如規定採實作結算方式給價時，除實作數量以實際量得之數量核算費用外，以一式計價者，除工程保險費依契約規定計價外，其餘均以實作結算與契約金額之比例增減之。

4.2.2 自主性品管費以[一式][]計價，其費用包括擬定施工計畫書、品質計畫書、施工自主檢查以及品管作業等項目。

4.2.3 交通安全維護費以[一式][]計價，其費用包括交通安全標示措施、交通警戒措施、圍籬及拒馬、聘雇交通疏導所需之指揮人員等項目。

4.2.4 勞工安全衛生及環保費以[一式][]計價，其費用包括聘雇合格之工地安全衛生人員、作業人員之安全教育、工地安全措施、工程環保以及確保公共安全等項目。

4.2.5 為驗收所需之「文書資料檢查」及「現場抽驗」費用以[一式][]計價，包括依規定進行抽驗之所有相關費用，「現場抽驗」施工品質不合格而加驗所增加之費用由承包商負擔。

4.2.6 擋水、導水、清管、檢視作業依管徑分類，以每 m 單價乘以計量長度計價，費用包含機具損耗、油電消耗、人工等項目。

4.2.7 內襯作業依管徑分類，以每 m 單價乘以計量長度計價，費用包含安裝、施工、檢驗及材料，施工照片、驗收所需檢驗、保護工作等。

4.2.8 導水槽如需更生時，其費用包含在人孔整建費用內，但契約內未有人孔整建項目時，則以[座][]為單位計價。

4.2.9 驗收及改善與保固檢驗及改善之相關工作，其費用已包含於擋水、導水、清管、檢視作業與內襯作業費用中，不另給價。

4.2.10 施工照片費用、施工完成後檢驗作業、保護工作含於契約總價內，不另給價。

- 4.2.11 工程保險費以[一式][]計價，如未辦理變更設計或辦理變更設計致變更後數量較契約數量減少時，則按契約金額計給；如辦理變更設計致變更後數量較契約數量增加時，則按變更設計後總價與契約總價比例增加之，惟承包商應於變更設計核定或議價完成後，向保險公司辦理加批增加之工作保險。
- 4.2.12 注藥補漏、人工灌注止漏、膠膜內襯、不銹鋼片內襯依種類及管徑分類，以契約單價乘以計量處數計價，包含安裝、施工、檢驗及材料費用。
- 4.2.13 []

〈本章結束〉