

# 建築物管線老化、劣化檢測修復

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 96 年 12 月

PG9602-0210

096301070000G1021

# 建築物管線老化、劣化檢測修復

受委託者：財團法人臺灣營建研究院

研究主持人：蔡宗潔

協同主持人：鄭瑞濱

研究助理：陳姿穎、邱暉仁

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國96年12月

## 目次

表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	VII
<b>第一章 緒論.....</b>	<b>1</b>
第一節 研究緣起與背景.....	1
第二節 研究目的.....	3
第三節 研究架構.....	4
第四節 研究範圍.....	5
<b>第二章 文獻回顧.....</b>	<b>7</b>
第一節 建築物管線相關文獻回顧.....	7
第二節 建築物管線老劣化.....	15
<b>第三章 建築物管線檢測修復技術之探討.....</b>	<b>37</b>
第一節 管線維護工作.....	38
第二節 管線檢測診斷方法.....	39
第三節 管線保養方法.....	44
第四節 管線修復方法.....	49
第五節 管線改修的基本流程.....	54
<b>第四章 管線問題重要度問卷調查及分析.....</b>	<b>59</b>
第一節 問卷設計緣由.....	59
第二節 建築物管線老劣化問題之整體評估架構表.....	60
第三節 分析方法.....	80
第四節 問卷分析結果.....	91
<b>第五章 管路修復訪查案例.....</b>	<b>97</b>
第一節 既有公寓建築管路清洗.....	97
第二節 既有建築中管路位置檢測新技術.....	104
第三節 既有建築管路更新案例.....	109
第四節 案例執行成果小結.....	113
<b>第六章 結論與建議.....</b>	<b>115</b>
第一節 結論.....	115
第二節 建議.....	117

附錄一 給排水管相關規範.....	119
附錄二 管線問題手冊之格式 .....	127
附錄三 期中報告審查意見回覆 .....	129
附錄四 期末報告審查意見回覆 .....	133
附錄五 建築物管線常見問題手冊 .....	137
參考書目 .....	171

## 表次

表 1-1 給排水管路組成元件之耐用年限.....	2
表 2-1 給排水管線設備文獻回顧.....	10
表 2-2 各種管線材質與使用區分表.....	12
表 2-3 管材劣化內容與非破壞檢測方法之選擇.....	20
表 2-4 二次診斷判定儀器整理表.....	22
表 2-5 RT 射線檢測介紹表.....	24
表 2-6 X 射線與 $\gamma$ 射線之比較.....	24
表 2-7 PT 液滲檢測/染色探傷介紹表.....	25
表 2-8 MT 磁力檢測介紹表.....	26
表 2-9 UT 超音波檢測介紹表.....	27
表 2-10 ET 渦電流檢測介紹表.....	28
表 2-11 IRT 紅外線檢測介紹表.....	29
表 2-12 內視鏡裝置介紹表.....	30
表 2-13 導波檢測介紹表.....	31
表 2-14 管內超音波檢測介紹表.....	32
表 2-15 硬度計介紹表.....	33
表 2-16 手持雷達探測器.....	34
表 2-17 非破壞性檢測工具比較表.....	35
表 2-18 檢測儀器及其適用範圍.....	35
表 3-1 診斷分類.....	41
表 3-2 一般配管診斷方式.....	43
表 3-3 埋管診斷方式.....	43
表 3-4 排水管清洗方法及適用性.....	45
表 3-5 給水管清洗方式.....	47
表 3-6 不同管種清洗注意事項.....	48
表 4-1 建築物管線老劣化常見問題之整體評估架構表.....	60
表 4-2 層級分析法之評比尺度.....	86
表 4-3 隨機指標表.....	89
表 4-4 問卷樣本人員資料.....	91
表 4-5 各風險類別重要度.....	93
表 4-6 設計面向中各風險細項重要度比較.....	93
表 4-7 施工面向中各風險細項重要度比較.....	94
表 4-8 環境面向中各風險細項重要度比較.....	95
表 4-9 材料面向中各風險細項重要度比較.....	95

表 4-10 使用面向中各風險細項重要度比較 .....	95
表 5-1 建築內管路清洗工法比較表 .....	99
表 5-2 鐵管清洗前水體檢測結果 .....	101
表 5-3 鐵管清洗中水體檢測結果 .....	102
表 5-4 鐵管清洗後水體檢測結果 .....	103
表 5-5 「Handy Search」手持式深度探測儀主要性能 .....	105

## 圖次

圖 1-1	建築物管線檢測修復概念圖 .....	3
圖 1-2	研究流程 .....	4
圖 1-3	研究範圍 .....	5
圖 2-1	台灣地區建築物大幅修繕年度波峰推估 .....	7
圖 2-2	管線施工內容 .....	9
圖 2-3	管線老劣化特性要因 .....	14
圖 2-4	管線使用劣化曲線 .....	15
圖 2-5	影響管路腐蝕因素 .....	16
圖 2-6	管材劣化原因 .....	19
圖 3-1	設備保全概念圖 .....	37
圖 3-2	管線檢測修復 .....	38
圖 3-3	管線老化、劣化之檢測診斷流程圖 .....	40
圖 3-4	樹脂配管內側防蝕工法 .....	50
圖 3-5	改修基本流程圖 .....	55
圖 4-1	建築物管線老化、劣化常見問題 .....	59
圖 4-2	AHP 的標準架構 .....	82
圖 4-3	AHP 流程圖 .....	84
圖 5-1	高週波管路清洗設備施作示意圖 .....	98
圖 5-2	熱水管(鐵管)清洗時水體情況 .....	100
圖 5-3	冷水管(PVC 管)清洗時水體情況 .....	100
圖 5-4	使用地下水管路清洗時水體情況 .....	100
圖 5-5	給水管路中鏽蝕與髒污堆積情形 .....	103
圖 5-6	「Handy Search」手持式深度探測儀 .....	105
圖 5-7	「Handy Search」手持式深度探測儀操作方法 .....	106
圖 5-8	「Handy Search」探測後雷達之波型 .....	106
圖 5-9	「Handy Search」配合 Radar 3D_Light 顯影結果 .....	107
圖 5-10	「Handy Search」檢測管路執行示意圖 .....	107
圖 5-11	「Handy Search」檢測管路顯示圖 .....	108
圖 5-12	「Handy Search」檢測空洞執行圖 .....	108
圖 5-13	「Handy Search」檢測空洞顯示圖 .....	108
圖 5-14	建築內既有管線與設備之調查記錄 .....	110
圖 5-15	既有設備需求性能之調查記錄 .....	110
圖 5-16	建築內既有水電系統荷載性能之調查記錄 .....	110
圖 5-17	新管路裝設後缺點調查之記錄 .....	111

建築物管線老化、劣化檢測修復



## 摘要

關鍵詞：管材、老劣化、非破壞性檢測

### 一、研究緣起

目前，建築物管線的老劣化問題並未引發大規模的討論與研究，迄無簡易相關的檢測方法可供使用者應用於建築物管路的評估與檢測，且國內仍普遍採用於結構體中之暗管施工方式，當管路發生問題時因結構體與混凝土的阻隔，使用者往往不易察覺。當使用者發現管路發生堵塞、水流量變小、漏水等現象時，往往已經錯過了最佳的維護時機，此時的維護不但所付出的代價相對較高，使用之對策也常常只是治標不治本的方法。換言之，既有建築物使用機能，直接影響其市場評價，而管線的老化、劣化亦會減損該建築物的價值，實不可輕忽。

依據日本文獻對該管線設備是否施與預防保全作業的調查結果後發現，建築給排水管線設備檢查診斷的目的，就是為了使該設備能夠維持機能的水準以及壽命的延長。以給建築物給排水管線設備為例，如施與預防保全的管線設備壽命較僅有事後保全的設備壽命高出約 1.5~3.0 倍。基於此概念之基礎，本研究希望建立國內自有之建築管線老化、劣化的關係與趨勢，並從中提出相對應的對策與改進方案，以期教育使用者及管理單位對於給排水管線設備的設備保全概念的支持，並使建築物給排水管線劣化情形能夠及早被發現，且管線產生問題時能夠及早發現及早治療，避免管線漏水等等問題的擴大所造成的財產損失，對於使用者及管理單位及建築物本身都有相當多的好處。

## 二、研究方法及過程

本研究目的在於客觀調查並瞭解建築物管線長期使用後之狀況，並將檢測結果以數值化的方式，讓使用者能明確知道管線老化、劣化的情形與程度，提擬可以採行適合的維護修復方式，以維持管線後續應有使用機能，延長建築物的使用壽命。根據以上所述，本研究主要目的有以下三點：

1. 藉由一系統化的評估體系，有效且快速的掌握管線老化、劣化的現況，以作為管線進行保養、維護、維修或更新的參考依據。
2. 整理至少 30 則關於管線設計、施工以及使用過程可能產生之缺失及變因，並提出解決對策與改進方案。
3. 針對缺失提出相應檢查方式及建議，並完成至少 3 則建築物管線的檢測修復實際工法案例，供業界應用參考。

在研究方法部分，本計畫以現地管線檢測修復案例為主軸，將選取包括表面硬度在內之相關非破壞性檢測，透過現場檢測的方式，進行既有管線之修復流程、維護方式、拆除方式做一個紀錄並與其他管線修復方法做比較。同時酌以相關之分析提供建築物管線老化與劣化檢測修復之實用性與合理性。其本研究執行流程如下圖 1 所示。

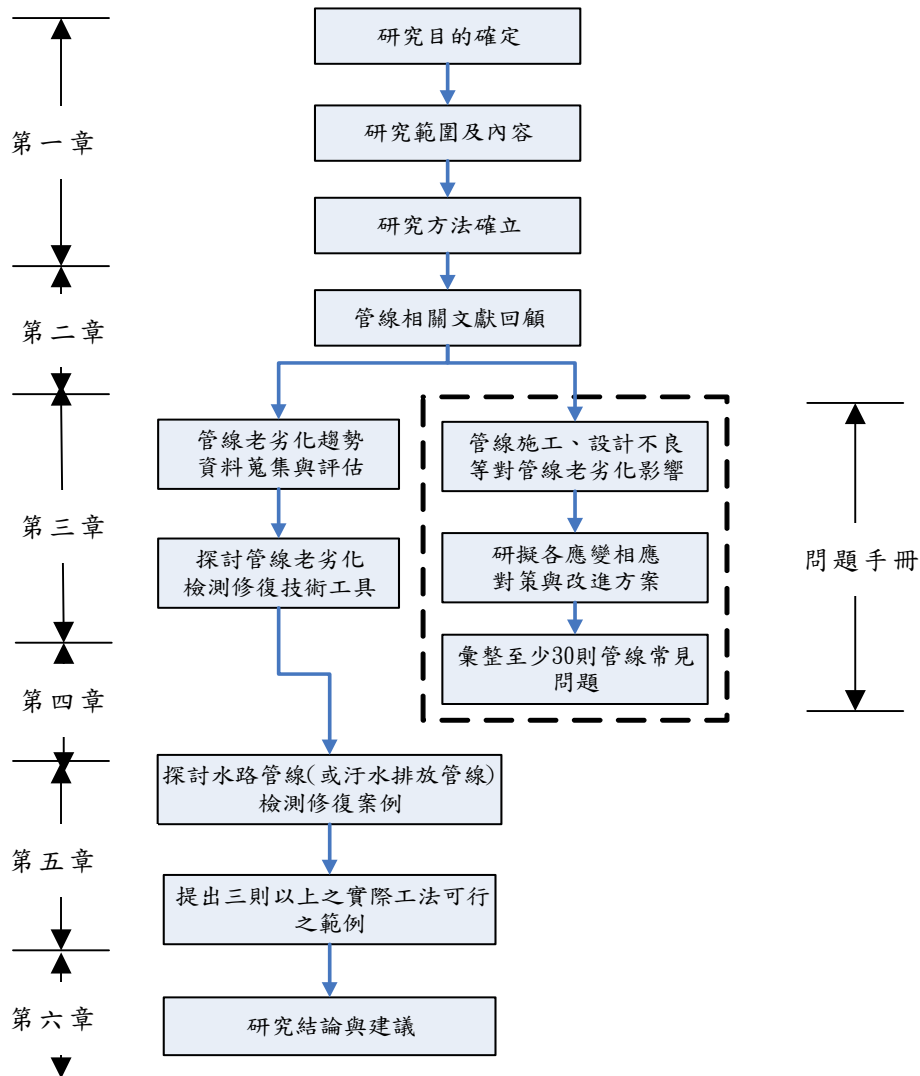


圖 1 計畫工作之執行流程

(資料來源：本研究整理)

### 三、重要發現

#### (一) 建築管線老劣化特性要因

經由文獻收集，本研究亦將管線較常用材質根據老劣化五大構面：管線材料、管線所處環境、管線施工、管線設計、管線使用情形，整理出其管線老劣化特性要因圖。由這五大構面再細分為 A1 人為設計不良、A2 未引用設計規範、B1 施工不當、B2 填縫作業不良、B3 人為施工技術不良、C1 所處環境不良、C2 環境與日久變化、D1 管材品質不良、D2 材料接合性差、E1 人為疏失面向，此十個面向皆是造成管線老劣化的主要因素，這些都可能造成管線老劣化的提前，結果是管線壽命大減，增加管線替換的頻率，更嚴重的甚至影響到建物的生命週期提前結束。

管線老劣化特性要因圖，如圖 2 所示。

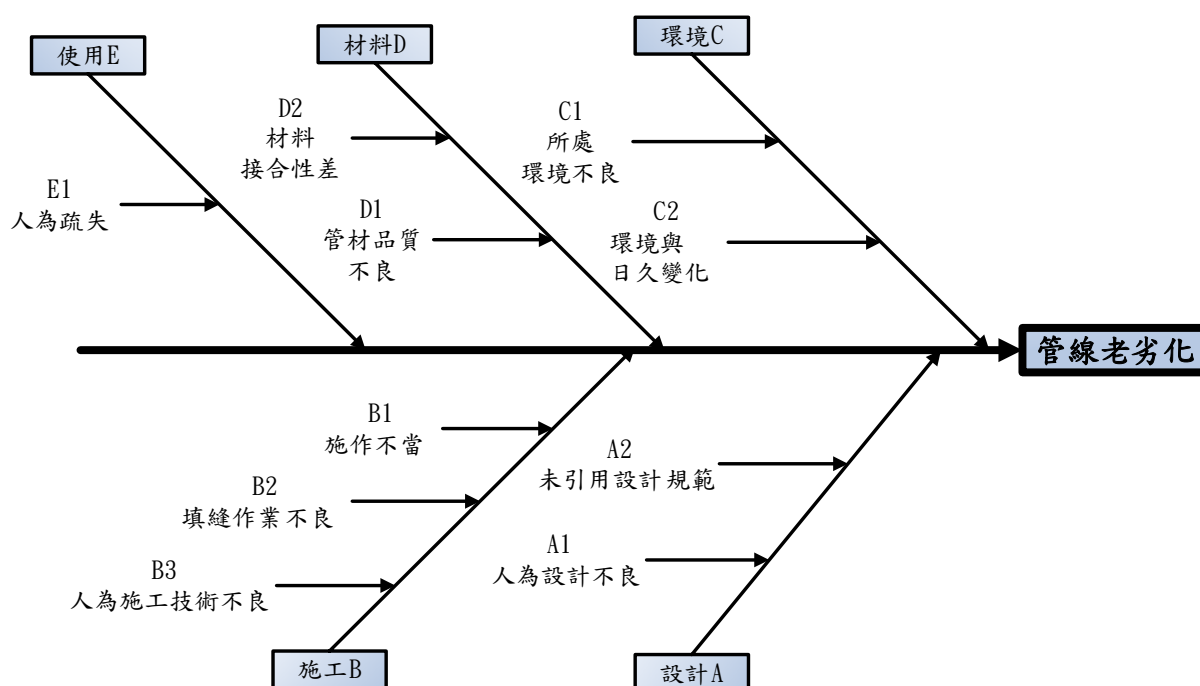


圖 2 管線老劣化特性要因

(資料來源：本研究整理)

## (二) 建築管線改修工程基本流程

改修工程以既有的建築物為對象，建築物本體在使用中會有非常多的條件限制是會對建築物使用者產生危害、機能的損害或漏水等危險性發生。對於施工廠商有以下改修工程的潛在不確定因素：

1. 對於造成建築使用者的困惱（漏水、噪音、震動、灰塵）
2. 適用哪種方法來改修配管
3. 改修期間空調停止期間
4. 規模範圍多大
5. 改修效果如何

工程的不確定現象包含以上所述，對於不確定因素的預防可依據以下基本順序來進行改修動作，可避免不少麻煩發生。在事先一定要詢問業主需求，對於配管的機能欲恢復到設備的物理與機能，或是設備的社會變化，或將來設備機能的提升等訴求，皆要與業主做良好溝通，接著進行配管診斷評估並配合非破壞檢測工具在既有建築物無損傷情況下進行檢測。如圖 3 所示。

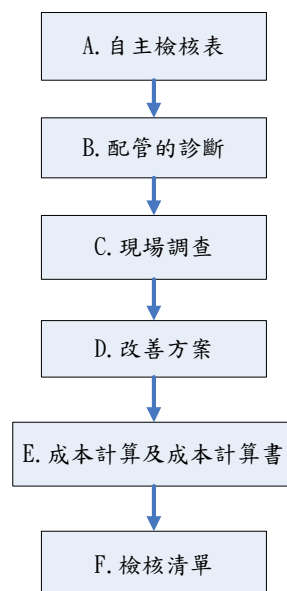


圖 3 改修基本流程圖

（資料來源：本研究整理）

### (三) 建築管線維護層級與修復

本研究初步將維護工作分成「檢測診斷」、「保養」、「修復」三個層級，第一層級「檢測診斷」可分為一次、二次、三次診斷。第二層級「保養」的目的在於延長管線及相關設備生命週期，確保其基本使用機能，直到「保養」也不足以使管線或相關設備恢復至基本使用機能以上，才進入最後的「修復階段」，第二層級的主要工作有(1)上漆修補(2)清洗等兩種保養方式。而第三層級「修復階段」的主要工作可分成可分「緊急修復」及「一般修復」兩類，如圖4管線檢測修復所示。

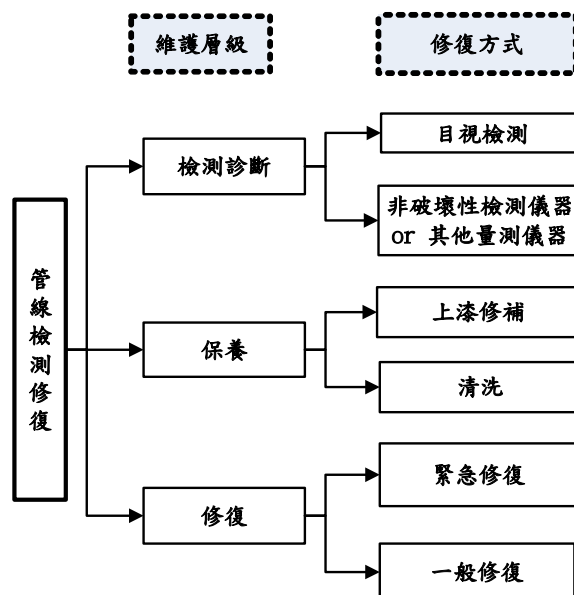


圖 4 管線檢測修復

(資料來源：本研究整理)

#### 四、主要建議事項

根據研究成果發現，本研究對建築物老化、劣化檢測修復，提出下列具體建議。以下分別從立即可行的建議、及長期建議加以列舉。

立即可行之建議—引入並輔導建立先進管線非破壞檢測技術

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：職訓中心

隨著國內建築物使用壽命不斷的老化，國內建築物未來將進入一段診斷與整建頻繁的時期，但目前業界常聽聞之管線非破壞檢測技術多以微探頭顯影等技術為主，並無法有效量化管線之材料性質或可使用之建議，而其它之測厚儀器，則如同本次研究之結果，缺少多尺寸可供參照之管線腐蝕速率，因此對於國內建築之管線維護，僅能維持抓漏換管與使用期限到期換管二種原因為依據。

因此，為使國內之建築管線非破壞技術更為提昇，並使未來需求民眾可獲得更為有效之檢測資料，當以先期預知之觀點，先行引入並輔導相關廠商，並藉此將廠商之能作一分級，以供民眾查詢之參考。

長期性建議—研擬修正建築管線維護之相關法令

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署

國內目前建築管線之相關法令多以建造時，規範不同使用目的之管線應使用之材質與尺寸，但建造後管線多埋入結構體中，因此常無法真正確認實際使用管線之原始資訊，對於未來檢測數據之比對亦相困難，因此建議應於相關法令中納入部分管線維護之條文，如保存原始管線作為樣本並有系統紀錄管理等，另外後續之維修亦應納入紀錄，以使管線之使用紀錄有效延續，方便於後續管線健檢制度之推動。

建築物管線老化、劣化檢測修復



## ABSTRACT

Keywords: pipe、degradation、nondestructive test

The buildings will be aging after using in a long time. And sometimes the aging and the destruction of the buildings may be caused in the process of constructing. When the building was degraded, the pip system in the buildings would be also broken. But, in present, we doesn't have any research and system about testing the performance of the pips in the buildings. Therefore, we plan to make some tests to evaluate the function of the pips system when we inspected the performance of the buildings. And the test data will be utilized to make some indexes for accessing the durability of the buildings.

The kinds of the material used to manufacture pipes are varied. Therefore, the tests for evaluating the function of the pips should have many standards to verity. In the plan, we will make some tests to find the standards, and suggest some instruments to inspect the function of the pips system easily.

建築物管線老化、劣化檢測修復

## 第一章 緒論

### 第一節 研究緣起與背景

目前，建築物管線的老劣化問題並未引發大規模的討論與研究，迄無簡易相關的檢測方法可供使用者應用於建築物管路的評估與檢測，且國內仍普遍採用於結構體中之暗管施工方式，當管路發生問題時因結構體與混凝土的阻隔，使用者往往不易察覺。當使用者發現管路發生堵塞、水流量變小、漏水等現象時，往往已經錯過了最佳的維護時機，此時的維護不但所付出的代價相對較高，使用之對策也常常只是治標不治本的方法。換言之，既有建築物使用機能，直接影響其市場評價，而管線的老化、劣化亦會減損該建築物的價值，實不可輕忽。

由於建築物結構體與管路設備在耐久年限的不同，一般來說建築物的耐久年限約為 50 年，給排水管路設備則約為 15 年，詳表 1-1。給排水管路設備在建築物的生命週期大都會遇到多次的故障、老化、劣化或更新等的問題發生。

依據日本文獻對該管線設備是否施與預防保全作業的調查結果後發現，建築給排水管線設備檢查診斷的目的，就是為了使該設備能夠維持機能的水準以及壽命的延長。以給建築物給排水管線設備為例，如施與預防保全的管線設備壽命較僅有事後保全的設備壽命高出約 1.5~3.0 倍。基於此概念之基礎，希望建立國內自有之建築管線老化、劣化的關係與趨勢，並從中提出相對應的對策與改進方案，以期教育使用者及管理單位對於給排水管線設備的設備保全概念的支持，並使建築物給排水管線劣化情形能夠及早被發現，且管線產生問題時能夠及早發現及早治療，避免管線漏水等等問題的擴大所造成的財產損失，對於使用者及管理單位及建築物本身都有相當多的好處。

表 1-1 給排水管路組成元件之耐用年限

種類	建築物	管 路											配 件				
		鋼管		聚氯乙 烯內襯 鋼管	塗覆裝 鋼管	鑄鐵管	銅管		不銹 鋼管	聚氯乙 烯管		閥類	球閥	止水 閥	量水 器		
用途與型式	結構體	鍍鋅 鋼管(給 冷水)	鍍鋅 鋼管(給 熱水)	一般	污水用	排水用	給冷水	給熱水	冷水、 熱水	耐衝 擊(給水 用)	一般(排 水用)	一般	一般	給冷水 (JIS型)	給熱水	標準 型	
日本	法定耐用年限	50	15	15			15					15					
	日本建築學會	65	20	18	-	-	28	-	-	-	-	-	-	20	-	15	
	建設省官廳營繕部	-	-	-	20	30	40	-	30	30	20	30	-	20	-	-	-
	小林清周	-	20	18	-	-	28	-	-	-	-	-	-	20	18	15	
	病院設備協會	-	15	15													
	建築設備維持保全 推進會(BELCA)	-	-	12	30	-	30	-	15	30	30	25	-	-	-	-	-
	建築業協會(BCS)	-	18.1	14.9	-	-	-	21	18	30	-	-	-	-	-	-	-
久保井敬二(預防 保全/事後保全)	-	-	--	-	-	-	-	-	-	-	-	10/5	-	-	-	-	
台灣	財政部法定耐用年 限	50	10	10			10					10					
	內政部建研所	30-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	台灣科技大學	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	成功大學	-		20													
美國	ASHRAE HandBook 1980	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10~2 0	-	-	-	-	
	ASHRAE Journal 1970	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10~2 0	-	-	-	-	
耐用年限平均值 (四捨五入)		50	16	15	25	30	25	21	21	30	25	28	11	20	20	18	15
													閥類平均 17 年				

(資料來源：住宅給排水衛生設備健康檢查之研究，何恭聖，2002、  
住宅給排水衛生設備健康檢查之研究，李惟義，2003)

## 第二節 研究目的

本研究目的在於客觀調查並瞭解建築物管線長期使用後之狀況，並將檢測結果以數值化的方式，讓使用者能明確知道管線老化、劣化的情形與程度，提擬可以採行適合的維護修復方式，以維持管線後續應有使用機能，延長建築物的使用壽命。其概念圖如下所示，圖 1-1。

根據以上所述，本研究主要目的有以下三點：

1. 藉由一系統化的評估體系，有效且快速的掌握管線老化、劣化的現況，以作為管線進行保養、維護、維修或更新的參考依據。
2. 整理至少 30 則關於管線設計、施工以及使用過程可能產生之缺失及變因，並提出解決對策與改進方案。
3. 針對缺失提出相應檢查方式及建議，並完成至少 3 則建築物管線的檢測修復實際工法案例，供業界應用參考。

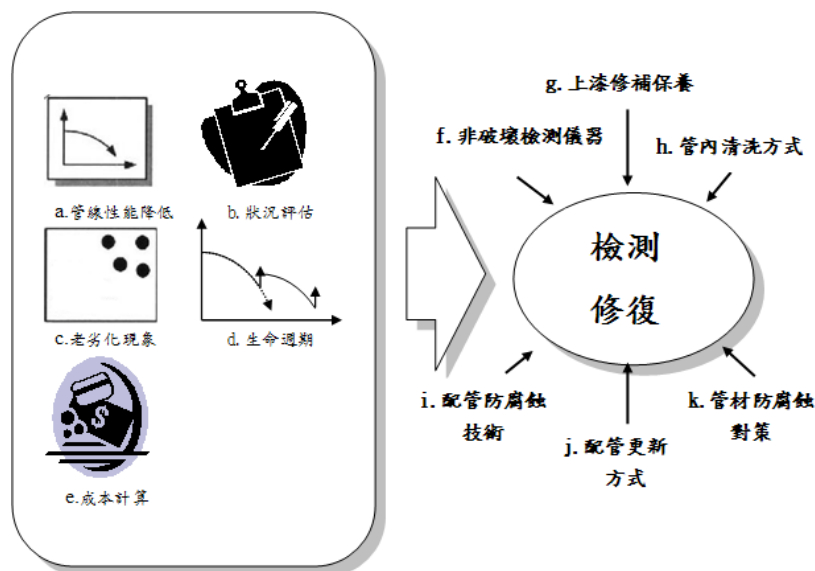


圖 1-1 建築物管線檢測修復概念圖

(資料來源：本研究整理)

### 第三節 研究架構

本計畫以現地管線檢測修復案例為主軸，將選取包括表面硬度在內之相關非破壞性檢測，透過現場檢測的方式，進行既有管線之修復流程、維護方式、拆除方式做一個紀錄並與其他管線修復方法做比較。同時酌以相關之分析提供建築物管線老化與劣化檢測修復之實用性與合理性。其本研究執行流程如下圖 1-2：

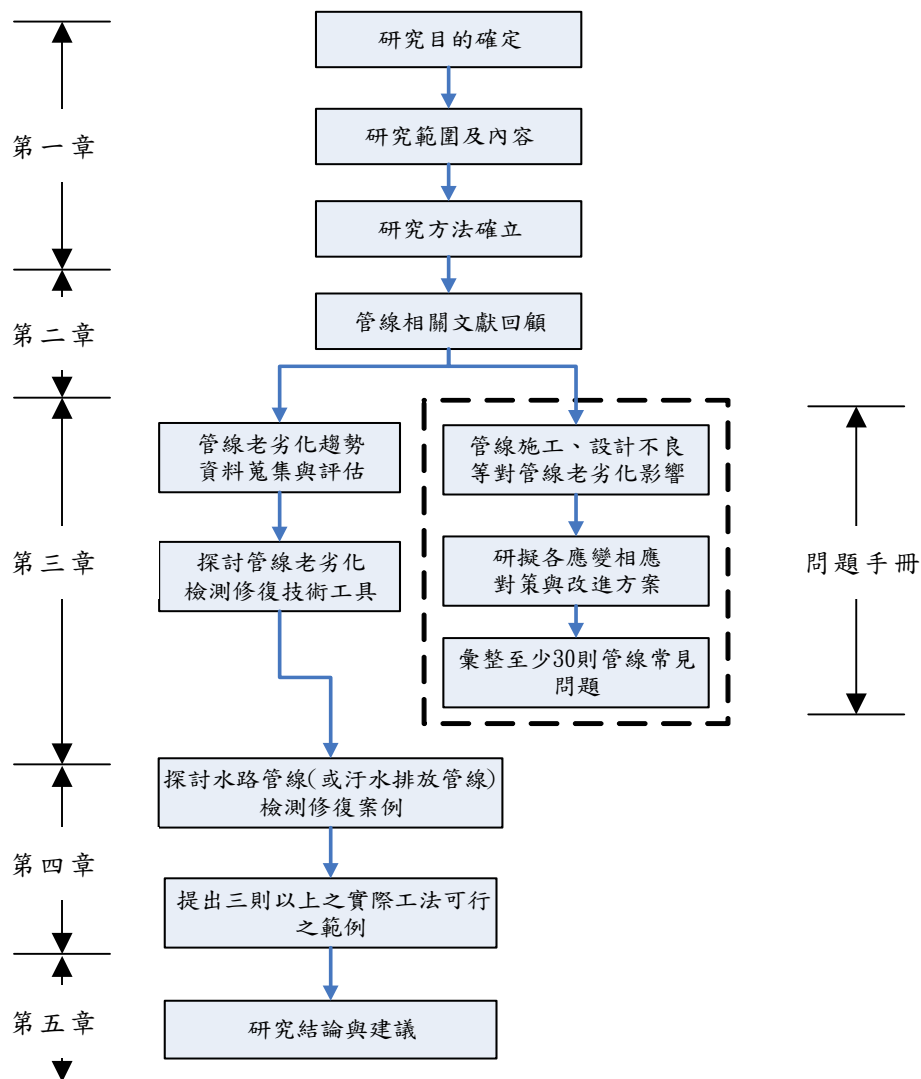


圖 1-2 研究流程

(資料來源：本研究整理)

### 第四節 研究範圍

根據上述研究動機及目的之說明可了解建築物管線老化、劣化檢測修復之建置，故主要研究範圍如下圖 1-3：

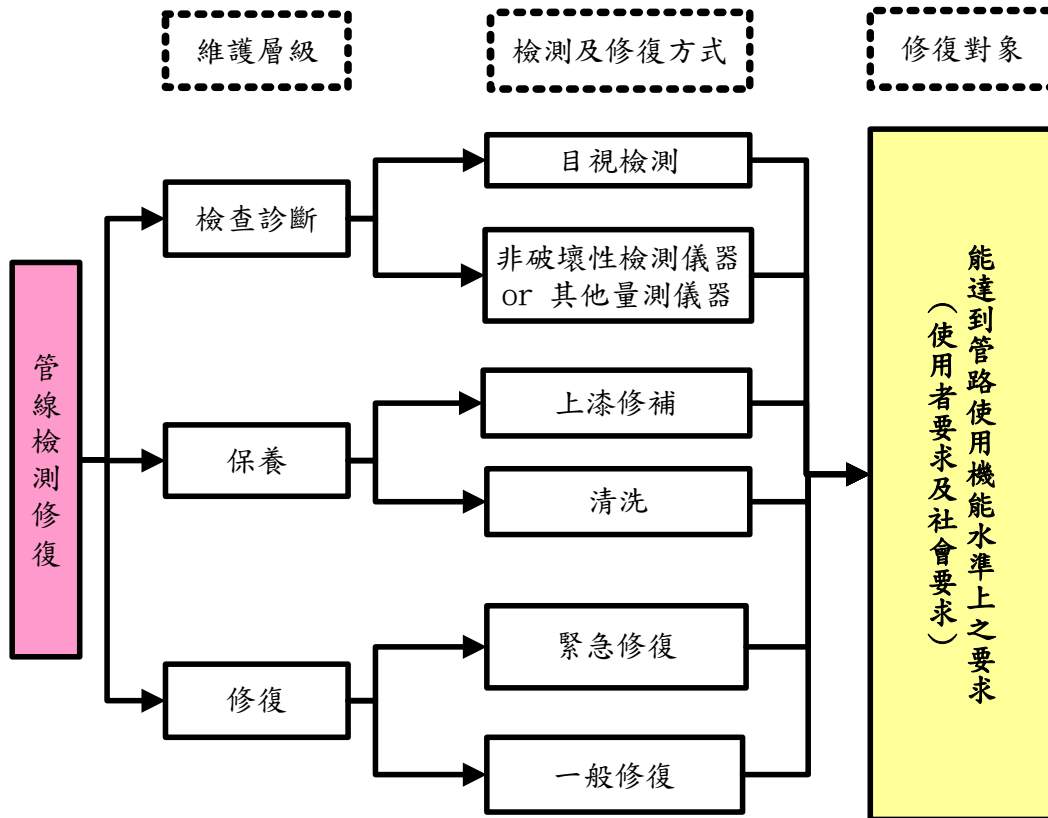


圖 1-3 研究範圍

(資料來源：本研究整理)

建築物管線老化、劣化檢測修復



## 第二章 文獻回顧

### 第一節 建築物管線相關文獻回顧

#### 壹、建築物設備管線現況

台灣地區的新建住宅自 1945 年第二次世界大戰後開始逐漸成長，迄今累計總樓地板面積已超過 10 億平方公尺，1981 與 1994 年為兩波興建的高峰期，如圖 2-1 的 A 部份，根據（張智元，2006）研究，20~30 年為建築物大幅修繕的時間點，若以前述 30 年為房屋需大幅翻修的推估點，將整個興建量體的屋齡往後推移 30 年，則台灣在未來的 5 年與 20 年內，即將面臨兩波建築物維護管理與都市更新的高峰期，如圖 2-1 的 B 部分。因此，在建築物給排水管線的檢測維護機制的制定，不僅僅是預防維護規劃上的需求，也是確保使用者對於建築物使用安全性與健康性之必要方向，須儘早進行建築物給排水管線維護所需的各項調查與執行管理基準之研討，並需要瞭解建築給排水設備管線的問題及管線檢測所需的工法。

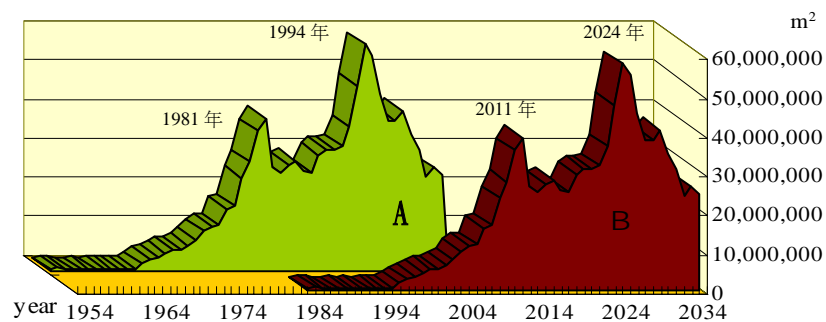


圖 2-1 台灣地區建築物大幅修繕年度波峰推估

(資料來源：建築醫學之概念與應用機智研究，張智元，2006)

住宅大致上包括建築漏水與給排水管路設備的漏水兩大類，建築漏水大多發生在屋頂與外牆附近，而給排水管路設備的漏水因國內埋設管施工的盛行，不僅在用水器具附近會漏水，只要是結構體內有埋設水管的地方都會有漏水的可能。這是由於國內的建築物長期在設計施工時缺乏管路維修更新的考量，給排水管路大多採用埋設管（將管路埋藏在結構體內部），雖可以減少管路所佔用的空間，卻對將來的維修及更新造成極大不便。不僅在維修更新時造成不便，管路埋設管的設計同樣也在檢查診斷執行時困難，且一般的埋設管在漏水發生時，由管路裂縫部所漏出的水，並非就在最近的結構體表面形成水漬，而是需經過結構體的孔縫、毛細現象以及水體自身重力等種種因素，才會在建築物的某處表面形成水漬，有時甚至不在表面顯現漏水水漬，所以建築物給排水管路設備的漏水點確切位置掌握上相當困難，目前國內大多是憑藉著抓漏師父自身的經驗，以試誤法在建築結構體上鑿孔以尋找漏水源頭，至於找漏水的鑿孔面積及鑿孔次數的多寡能仰賴的恐怕只有師傅的經驗以及運氣。

## 貳、管線施工方式

目前管線施工方式通常根據建築物的品質要求而產生不同的施工方式，而管線施工的好壞經常是造成建築物完工之後管線是否會造成問題的主要原因之一。國內常因現場工作空間及管線在進入管道間時產生尺寸不合而需要進行切割的動作，當管線在不嚴謹的施工態度下進行組裝作業，顯示管線老劣化有許多因素是因施工所造成的。

管線施工主要的內容包括管線的切割、管線的連接及管線的支撐與固定，如圖 2-2 所示。

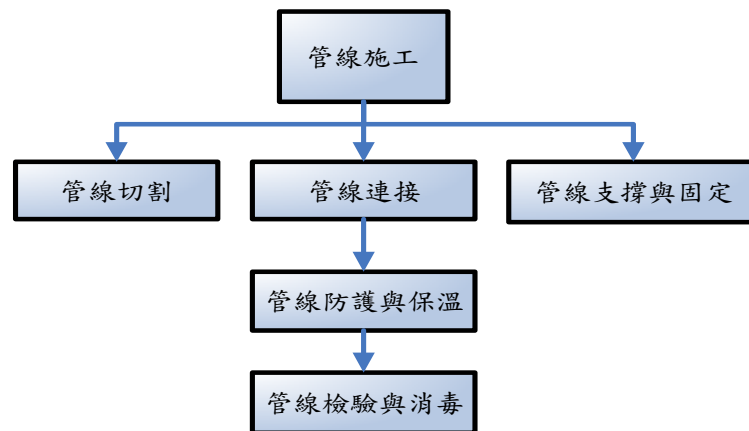


圖 2-2 管線施工內容

(資料來源：本研究修改江南震，住宅建築給水配管的劣化診斷與使用壽命之研究，p 2-8，1999)

管線的安裝，除了管線施工的流程外，一定要考量實際的施工場所的方便性外，也必須注意搬運，管線老劣化有時也因搬運時所造成的碰撞，使得管線產生缺陷，造成提早老劣化，而且國內在安裝順序上沒有一定的規則可言，通常在現場依據施工者經驗及監督者管理能力來因應臨場情形變化，因此若相關團隊經驗不足會造成建築管線在安排時凌亂無章，以至於未來維護時產生更換及其他日後的問題。而且用於建築設備的管線材料種類眾多，因應不同材質所使用的切割工具也有所差異，依照文獻中所做介紹即使是同一類型的管材也有因應不同目的而選用的切割方法及連接方法，而且不論選擇何種方法，必須使管線的截面不變形且必須去除配管的捲邊與裂痕，避免管線在切割時形成管線老劣化的原因。

本研究以國內外文獻所提及給排水管線設備類別來做整理，彙整出相關資訊，使本研究對於給排水管線之相關問題能夠更進一步了解，如表 2-1 所示。

表 2-1 給排水管線設備文獻回顧

項次	作者	書名	述及類別				時間
			給冷水	給熱水	排水	設備空間	
1	種田愔等	設備配管改修耐久設計	√	√	√	√	1989
2	田中昇	配管漏水事例	√	√	√		1990
3	王啟明	建築物給排水衛生設備配管系統之研究	√				1991
4	江哲銘等	集合住宅管線系統調查與設置準則	√	√	√	√	1995
5	井上宇市等	建築設備の維持保全と劣化診断	√	√	√		1995
6	安孫子義彥	配備配管の診断と改修讀本	√	√	√		1997
7	廖政治	建築給排水衛生設備配管施工標準圖實例	√	√	√		1997
8	大塚雅之	建築設備系の更新診断	√	√	√		1998
9	江南震	住宅建築給水配管的劣化診断與使用壽期之研究	√				1999
10	「建築漏水」編輯委員會，石正義譯	漏水問題點與解決對策－設備篇	√	√	√		2000
11	陳裕益	永續發展理念下都市住宅設備現況調查分析	√	√	√	√	2001
12	李惟義	以維護觀點探討集合住宅給排水管路配設空間之研究	√	√	√	√	2003
13	謝宏仁	台灣都市住宅設備現況永續性及評估系統擬議	√	√	√	√	2004
14	蕭江碧等	住宅衛浴系統維修性能之調查與解析	√	√	√	√	2004
15	「建築漏水」編輯委員會，石正義譯	漏水問題點與解決對策－建築篇	√	√	√	√	2004
16	空氣調和、衛生工學會編	空氣調和、給排水衛生設備維持管理の實務の知識	√	√	√		2005
17	空氣調和、衛生工學會編	空氣調和、給排水衛生設備施工の實務の知識。	√	√	√	√	2005
18	日本建築設備診斷機構編	設備配管の診断、改修實務	√	√	√		2005
19	關 五郎 編	空調、電氣、衛生設備の劣化診断と對策	√	√	√		2006
20	李孟杰	住宅生活熱水使用耗能評估與節能方法之研究		√			2006

(資料來源：本研究整理)

### 參、管材材質使用區分

建築物給水配管使用材質方面因應不同年代及市場導向而有差異，民國 79 年以前，自來水事業處及建築管理主管機關對於建築物內配管的材質並無相關的規定，因此配管的材質多因經濟考量而決定使用何種材質。根據調查顯示早期熱水配管使用最多的是鉛管，後因鉛管容易析出重金屬，而逐漸汰換成鍍鋅鐵管（GIP）。因應熱水管材約為 10-20 年的生命週期（江南震，1999），所以於調查時，大部分的建物熱水管已逐漸汰換成鍍鋅鐵管或不銹鋼管。

對於管材材質的要求，直到民國 79 年開始，為提升建築物之用水品質，並確保飲用水之安全，台北市自來水事業處才開始對於六層樓以上建築物之冷熱水配管材質訂定規範，但是並無強硬規定。自民國 81 年二月起自來水事業處才明文規定：其材質應為自來水用且經檢驗合格者。用戶之冷水管採用不銹鋼管、銅管、內襯鋼管、內襯延性鑄鐵管、PB 管（聚丁烯管）、聚氯乙烯管（PVC 管）及交連高密度聚乙烯夾呂塑膠管等。熱水管則採用不銹鋼管、銅管及交連高密度聚乙烯夾鋁塑膠管等。其材質應為自來水用且經檢驗合格者。無論在建築技術規則或台北市自來水事業處的規定中，熱水配管使用材料均應符合 CNS 中國國家標準，或經中央主管建築機關認可之其他材料所製成者。參照 CNS 中國國家標準中適用於熱水供給配管之管材有：壓力配管用碳鋼鋼管（CNS4626）、配管用不銹鋼鋼管（CNS6311）、配管用碳鋼鋼管（CNS6445）、一般配管用不銹鋼鋼管（CNS13392）。

因此發現，可以看出近十年來住宅內的熱水配管，鉛管的部分已近全面汰換，而鍍鋅鐵管的使用比例也明顯的下降，取而代之的是不銹鋼管的使用。另外也發現，目前在熱水配管除了以不銹鋼管及銅管為主外，使用保溫管的的比例也逐漸增加（李孟杰，2006）。

根據文獻中所提到的管體種類及使用區分，將其所分類的管線種類列出，如表 2-2 所示。

表 2-2 各種管線材質與使用區分表

管種	名稱	使用區分				規格	備註
		給水	給熱水	排水	通氣		
鋼管 (SP 或 SGP)	輸水用塗覆裝鋼管	○				CNS 6568	於管內外面施以瀝青、煤焦油瓷漆、聚乙烯、水泥砂漿、油漆等被覆
	配管用碳鋼鋼管	○	○	○	○	CNS 6445	未鍍鋅稱「黑鋼管」(黑管)；鍍鋅稱「鍍鋅鋼管」(白管或 GIP)
	低壓有縫鋼管	○	○	○	○	CNS 2056	黑鋼管或鍍鋅鋼管
	高壓有縫鋼管	○	○	○	○	CNS 4178	黑鋼管
	壓力配管用碳鋼鋼管	○	○			CNS 4626	鍍鋅鋼管
	配管用電弧銲碳鋼鋼管	○	○			CNS 6447	鍍鋅鋼管
樹脂被覆鋼管	自來水用內襯聚氯乙稀塑膠硬質管之鋼管	○				CNS 11774	以黑管或白管為原管
	自來水用耐熱性硬質氯化乙稀內襯鋼管		○			JWWAK 140	
	附法蘭硬質聚氯乙稀內襯鋼管	○				WSP 011	
	自來水用聚乙烯粉體內襯鋼管	○				CNS 6568	屬「輸水用塗覆裝鋼管」之類
	附法蘭聚乙烯粉體內襯鋼管	○				WSP 039	
	附法蘭耐熱性樹脂內襯鋼管		○			WSP 054	
	環氧樹脂粉體塗裝鋼管	○					簡稱 EIE 管
	排水用硬質氯化乙稀內襯鋼管			○	○	WSP 042	
	排水用焦油環氧樹脂塗裝鋼管			○	○	WSP 032	
不銹鋼管	一般配管用不銹鋼鋼管	○	○			CNS 13392	簡稱 SUS 管
	配管用不銹鋼鋼管	○	○			CNS 6331	耐腐蝕性、耐低溫、耐高溫
鑄鐵管 (CIP)	球狀石墨鑄鐵管 (即延性鑄鐵管)	○				CNS 2780	簡稱 DIP 管
	衛生設備用鑄鐵管			○	○	CNS 2958	
	壓力管路用鑄鐵管	○				CNS 830, 831, 832	依耐壓能力分為 LA(CNS 830)、A(CNS 831)、B(CNS 832)三級
	污排水環氧樹脂鑄鐵管			○	○		簡稱 Epoxy CIP 管
鉛管	鉛管 (一般用)			○	○	CNS 2674	施工複雜，且鉛有毒，現已不用
	鉛管 (給水用)	○				CNS 2675	因鉛有毒，故已不用
銅管	銅及銅合金無縫管	○	○	○	○	CNS 5127	
	銅及銅合金銲接管	○	○	○	○	CNS 13867	
	給水用被覆銅管	○	○			JBMA-T202	

管種	名稱	使用區分				規格	備註
		給水	給熱水	排水	通氣		
硬質聚氯 乙烯管	自來水用內襯聚乙烯之聚氯乙 烯塑膠硬質管	○				CNS 13496	簡稱 PVC-PE 管，耐壓 7.6kgf/c m <sup>2</sup> 以下
	污水及一般用內襯聚乙烯之聚 氯乙稀塑膠硬質管			○	○	CNS 13746	簡稱 PVC-PE 管
	自來水用聚氯乙稀塑膠硬質管	○		○	○	CNS 4053	簡稱 PVC 管，耐壓 7.6kgf/c m <sup>2</sup> 以下
	耐衝擊硬質聚氯乙稀塑膠管	○		○	○	CNS 14345	簡稱耐衝擊 PVC
	玻璃纖維強化塑膠加強聚氯乙 稀塑膠硬質管	○		○	○	CNS 11608	簡稱 FRP 加強 PVC
	耐熱性硬質聚氯乙稀管		○			JIS K 6776	
	排水用耐火二層管			○	○	FDPS-1	
其他橡 膠管	聚乙烯塑膠管	○		○	○	CNS 2456	簡稱 PE 管，CNS 僅範圍自來水用 PE 管
	化學工業及一般用高密度聚乙 稀塑膠管	○				CNS 2458	簡稱 HDPE 管
	自來水用丙烯-丁二烯-笨乙稀 塑膠管	○				CNS 13158	簡稱 ABS 管
	化學工業及一般用丙烯-丁二 烯-笨乙稀塑膠管			○	○	CNS 13474	簡稱 ABS 管
	自來水用交鏈高密度聚乙烯夾 鋁塑膠管	○	○			CNS 12876	簡稱 XLPE-AL-XLPE 管，國內由引進 廠商命名為開泰管(熱水用)
	自來水用聚乙烯夾鋁塑膠管	○				CNS 13156	簡稱 PE-AL-PE 管，國內由引進廠商 命名為開泰管(冷水用)
	聚丁烯塑膠薄管	○	○			CNS 7044	簡稱 PB 管
	氯化聚氯乙稀塑膠管	○	○	○	○	CNS 14664	簡稱 CPVC 管
	交鏈聚乙烯管	○	○			JIS K 6769	簡稱 XLPE 管
	聚丙烯管			○	○	CNS 14679	簡稱 PP 管
排水和汙水用瓷化黏土管 (VCP)				○		CNS 12938	埋設使用

(資料來源：以維護觀點探討集合住宅給排水管路配設空間之研究，李惟義，  
p 9-10，2003)

規格：CNS：中國國家標準、JWWA：日本水道協會規格、WSP：日本水道鋼管協會規格

JIS：日本工業規格、FDPS：日本耐火二層管協會規格

#### 肆、建築物管線常見五構面問題

經由文獻收集，本研究亦將管線較常用材質根據老劣化五大構面：管線材料、管線所處環境、管線施工、管線設計、管線使用情形，整理出其管線老劣化特性要因圖。由這五大構面再細分為 A1 人為設計不良、A2 未引用設計規範、B1 施工不當、B2 填縫作業不良、B3 人為施工技術不良、C1 所處環境不良、C2 環境與日久變化、D1 管材品質不良、D2 材料接和性差、E1 人為疏失面向，此十個面向皆是造成管線老劣化的主要因素，這些都可能造成管線老劣化的提前，結果是管線壽命大減，增加管線替換的頻率，更嚴重的甚至影響到建物的生命週期提前結束。

管線老劣化特性要因圖，如圖 2-3 所示。

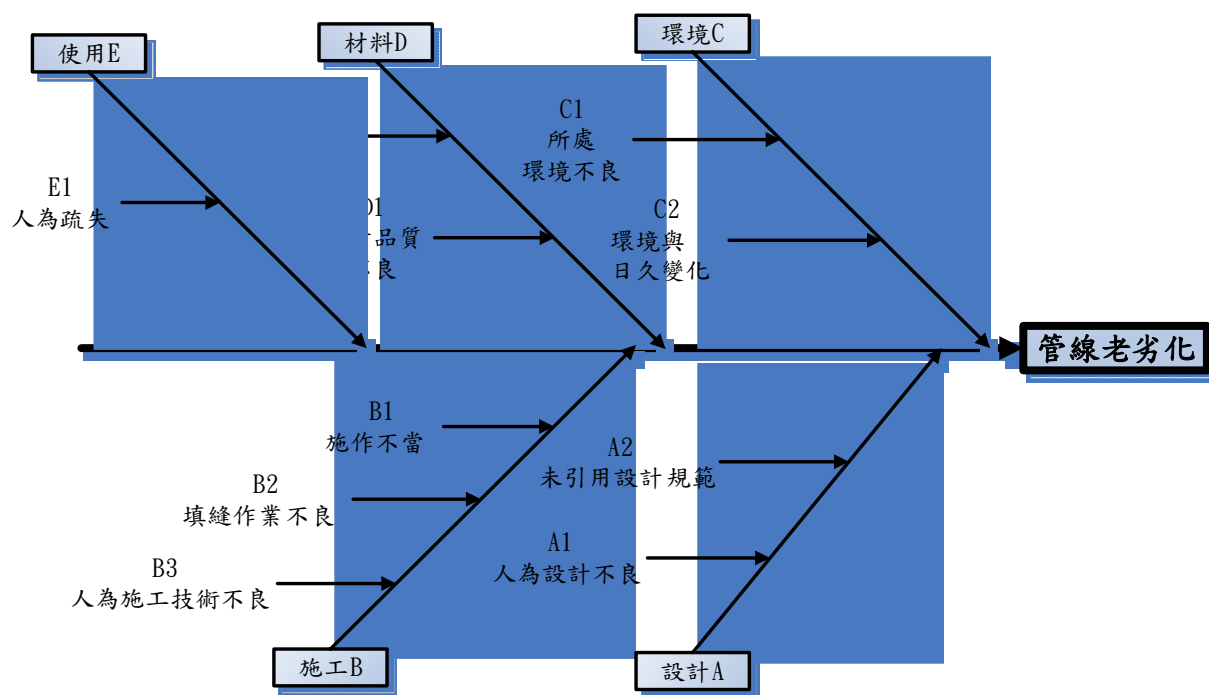


圖 2-3 管線老劣化特性要因

(資料來源：本研究整理)



## 第二節 建築物管線老劣化

當建築物在早期規劃時，如果沒有符合後期進住的使用者需求時，管線將面臨提早更換的情形，而若當設計因素造成配管需更換時，一方面也造成社會資源的浪費，若配管在建議使用年限之後造成性能下降時，通常伴隨著漏水現象發生，但是民眾常忽略對於生活品質的要求，依然在漏水的情況下勉強使用。直到管線阻塞、腐蝕、鏽水流出才警覺管材已不敷使用。如圖 2-4 管材使用劣化曲線。

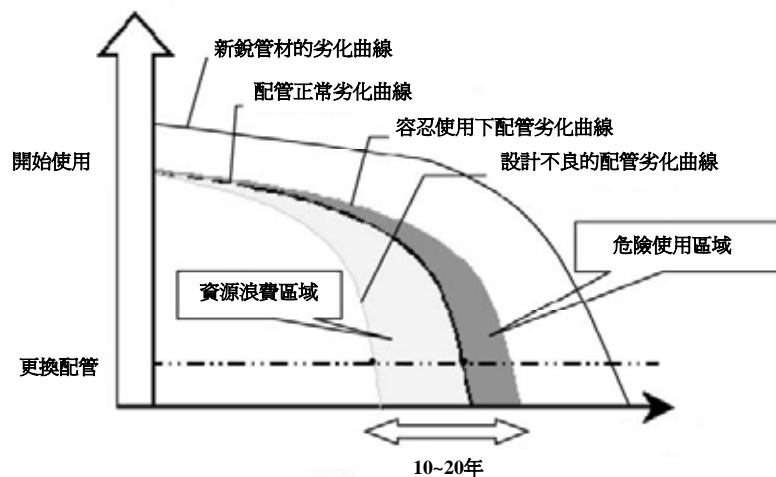


圖 2-4 管線使用劣化曲線

(資料來源：住宅建築給水配管的劣化診斷與使用壽期之研究，江南震，p 2-8，1999)

### 壹、建築物管線主要老劣化

#### (A) 管路腐蝕的原因

腐蝕的發生可分為(1)化學性(2)物理性，影響腐蝕的因素很多，而且也會造成不同的腐蝕狀況。影響的因素如圖 2-5 所示。

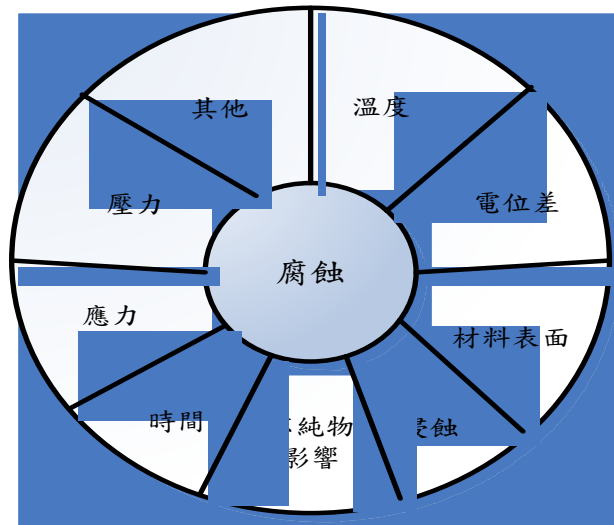


圖 2-5 影響管路腐蝕因素

(資料來源：腐蝕的原因與防止，劉培智，1982)

#### (B) 老劣化之定義

一般來說，建築設備的劣化主要有三大類（井上宇市，1995）：

1. 設備的物理劣化
2. 設備的機能劣化
3. 設備的社會劣化

建築設備中，有許多是因機器材料所構成的，而這些機器以及材料也是由各種零件所組成的，隨著時間以及使用的消耗磨損，這些零件逐漸的老化，而導致設備系統的「物理劣化」，另一方面設備原有的機能逐漸喪失稱為「機能劣化」，然而由於科學技術隨著時間的變化而有著大量的進步，社會要求水準提高導致使用者對於原有設備機能以無法滿足，即為「社會劣化」。

所謂的物理劣化，是因為他的運作時間跟他的負荷程度所產生的磨耗、疲勞、腐蝕經由這些所產生的品質跟性能低下的情況。物理劣化的原因跟故障常常會有關係。換言之，物理劣化常使性能難回復先前之狀態而損及機械的壽命，物理劣化包括以下情形：

- (1) 技術上已無法修復
- (2) 對於更換的零件要取得非常困難
- (3) 機械設備的機能及性能低下，對於速度與舒適要求的程度無法達到要求
- (4) 故障頻率高，機械性能達容許狀態
- (5) 故障頻率高，維修費用大增
- (6) 因為修理需要很長的時間，所以機能及性能很難維持

「社會劣化」並不會影響到設備本身的原有機能，但是「物理劣化」卻會使得設備發生故障，且降低原有效能，因此當物理劣化到最後即是故障的發生。所以設備物理劣化方式又可區分為「穩定劣化」、「故障劣化」。

- (1) 穩定劣化：若各年代之損壞比例漸次增加者，可視為該項管路或設備之劣化型態屬於「穩定劣化」型。
- (2) 故障劣化：若該項設備之損壞率跳升超過 20%（一個級距）者，則可視為該項設備之使用狀況可能產生故障的情況。而須進行修理或更新動作屬「故障劣化」型。

由於社會劣化的因素過於複雜，難以推估及量化（佐藤文人，1991）所以根據以上所述老化為「物理劣化」的一種，故本研究所探討給排水管路的老化與劣化主要探討內容是以設備的物理及機能劣化為主。因此為了建築物管線能夠正常的運作且維持原有效率，所有建築管線設備都應該定期的檢測保養，並且在管線發生老劣化前能夠加以維護，且在發現老化、劣化之際能利用技術工具修復其機能及性能，這也是本研究因應使用者及管理單位能夠簡易的了解管線情形所採行的最主要目的。

## 貳、建築物管線老劣化現象

管外的劣化現象為腐蝕及厚度減薄，如果不至於產生漏水的話，對於管內流體並無影響。所以對於老劣化內容應該對於管內面作為敘述對象。

劣化調查因管材的部位會有不同，所以在精確診斷前對於管材界定與構成是非常重要的。管材用途有給水管、熱水管、排水管、冷溫水管、冷卻水管、蒸氣管、消防管等。一般來講診斷這些不良現象發生的頻率、程度及損壞程度及其所剩下之服務年限被視為重點。

給水管劣化內容如下：

- ①腐蝕、生鏽
- ②金屬內部減薄
- ③樹脂或塗裝隆起

劣化現象如下：

- ①流量減少
- ②紅水(鏽水)
- ③漏水

排水管劣化內容：

- ①鏽塊
- ②金屬減薄
- ③附著物

以上劣化內容常被舉出來，嚴謹來講「附著物」對於劣化來說不能算是劣化，但是附著物容易跟生鏽產生關係，而產生不良現象可以整理成積水跟漏水。斷水是因為積水所衍生出來的，所以斷水並沒有列出來。熱水管、冷溫水管、冷卻水管、蒸氣管、消防管跟劣化有關的項目可以整理如下表 2-3。

給水管的鍍鋅鋼管劣化是因為全面腐蝕而產生紅水現象，經過這現象而產生漏水。硬質的 PVC 管內襯鋼管會先以管的端部開始腐蝕，因為管端面接觸面積很小，即使劣化也很難產生紅水現象，而會由接續的部位直接漏水發生劣化。

日本建築設備診斷機構提到要探討管線老劣化現象需要從以下水質、水量、管材強度下手，水質包含了生活用水品質與工業之空調、排水、洗淨、冷卻裝置用水及農業之食品、洗滌、飲食等用水。水量的供給包含供給的時間及壓力的充足與否。以及管材強度是否有漏水、破裂之現象。如圖 2-6 管材劣化原因所示。

針對檢測管材劣化現象，採用「計測點」的方式，無須全管體檢測，透過檢測幾點來推斷劣化程度。為了不讓管體受損程度更加惡化，故通常採用「非破壞性檢測」方式。

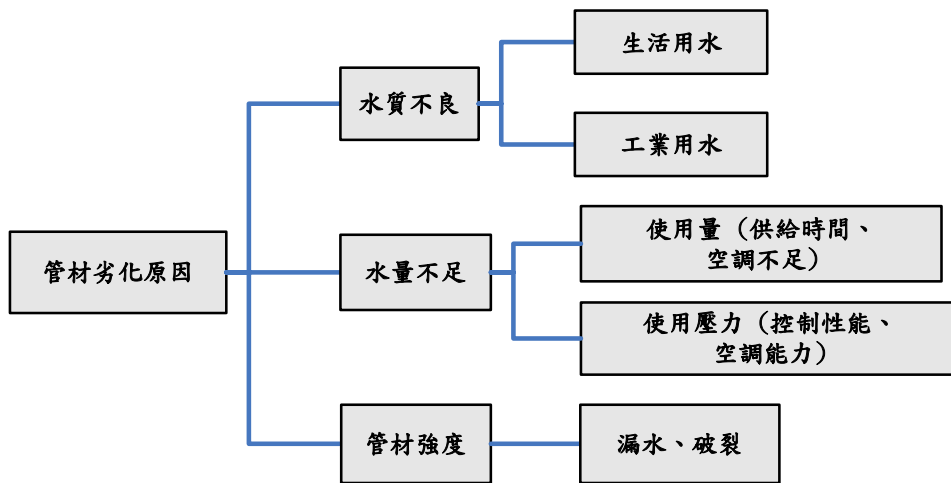


圖 2-6 管材劣化原因

(資料來源：本研究整理)

表 2-3 管材劣化內容與非破壞檢測方法之選擇

		配管用途和腐蝕內容・運作不良現象												非破壞診斷方法					
		給水管			熱水管			排水管			冷溫水管、冷卻水管、蒸氣管、消火管								
		裂化內容	不良現象			裂化內容	不良現象			裂化內容	不良現象		裂化內容	不良現象					
			流量減少	鏽水	漏水		流量減少	鏽水	漏水		阻塞	漏水		機能低下	漏水				
管 材	鍍鋅鋼管	鏽塊	◎	◎		鏽塊	◎	◎		鏽塊	◎		鏽塊	◎			○	○	
		金屬減薄									金屬減薄		◎			◎	●		●
						◎				◎		剝離之附著物	◎						○
	排水用鑄鐵管									金屬減薄		◎					●		●
										附著物	◎							○	○
	樹脂管									◎							○	○	
	樹脂鋼管	管端生鏽	◎	◎														○	○
		螺牙部缺損			◎														○
	表面塗裝鋼管									塗裝材破損	◎							○	○
	不銹鋼管					金屬減薄			◎									○	○

◎ 劣化伴隨不良現象      無此現象

○ 定性檢測      ● 定量檢測

(資料來源：設備配管の診斷、改修實務，日本建築設備診斷機構編，p6，2005)

### 參、非破壞檢測工具

在工業界，目前已廣泛利用各種儀器和技術，來從事非破壞檢測工作，以便及早發現產品內在或潛在的缺陷，使產品設備達到更安全更可靠的程度，所謂的產品設備之範圍涵蓋甚廣，小從螺絲等零件大至熱交換器、壓力容器、鍋爐、大廈、管路、橋樑、輪船、飛機、水泥機械、探油設備、石油化工設備、冶金設備、核能設備等等，幾乎都需做「非破壞檢測」。

非破壞檢測技術具有探知管線材料內、外組織狀況與管線銲接結合後完整性的資訊，及查覺管路銲接後，及使用中所產生的細微變異之功能。利用非破壞性檢測能及早發現管路在施工所產生的缺陷或材料組織的異常狀況，進而防範改善，以確保管線的品質與日後使用的安全性。

其非破壞性檢測主要的目的就是不破壞物件原具有的品質、形狀、功能下，運用各種方法來檢測物件內部或表面，以評鑑物件品質完整性的技術。

非破壞性檢測可分為四個判斷的區分：

A：幾乎正常狀態

B：初期的劣化狀態

C：中期裂化狀態

D：終期的劣化狀態

A：在正常狀態下是 10 年以上

B：初期的劣化狀態 7 年以上未滿 10 年

C：中期裂化狀態 3 年以上未滿七年

D：終期的劣化狀態未滿三年

本研究將二次診斷（非破壞性檢測技術）判定儀器做一介紹說明，如表 2-4 所示。

表 2-4 二次診斷判定儀器整理表

診斷對象	檢查項目	診斷、判定儀器名
管線	埋設管探知	漏水探知器 (漏水位置)
		埋設管探知器 (埋設位置)
		埋設管塗裝缺陷探知器 (埋設位置)
		埋設管塗裝缺陷探知器 (外部塗裝的缺陷、腐蝕)
	土壤中埋設腐蝕環境	電位差計
		土壤比抵抗計
	管內髒污殘留	內視鏡裝置
		RT 射線檢測 (如 X 射線、 $\gamma$ 射線)
		UT 超音波探傷裝置
		管內超音波檢測(IRIS)
		ET 渦流探傷裝置 (限金屬導體)
		IRT 紅外線溫度影像裝置
	殘餘管厚	內視鏡裝置
		RT 射線檢測 (如 X 射線、 $\gamma$ 射線)
		UT 超音波探傷裝置
		管內超音波檢測(IRIS)
		ET 渦流探傷裝置 (限金屬導體)
	表面損傷	內視鏡裝置
		PT 液滲檢測
		RT 射線檢測 (如 X 射線、 $\gamma$ 射線)
		UT 超音波探傷裝置
		MT 磁力檢測 (僅限鐵磁性材料)
		ET 渦流探傷裝置 (限金屬導體)
裂縫	MT 磁力檢測 (僅限鐵磁性材料)	
	交流電量測法檢測(ACFM、高階渦流探傷裝置的一種)	
腐蝕程度	內視鏡裝置	
	X 光透過裝置	
	UT 超音波探傷裝置	
	管內超音波檢測(IRIS)	



診斷對象	檢查項目	診斷、判定儀器名
		ET 渦流探傷裝置 (限金屬導體)
		導波檢測(Guid Wave)
	漏水位置	IRT 紅外線溫度影像裝置
		漏水探知器
		超音波漏水探知器
	材料硬度	硬度計
表面溫度計	放射溫度計	
水環境	溫度	溫度記錄器
	壓力	壓力計
	水量、水速	超音波流量測定器
		流速計
	水質	水質檢查裝置
		PH 計
		導電率計
		溶存酸素計
游離殘留鹽分測定器		

(資料來源：本研究整理)

由以上可知二次診斷判定儀器 (非破壞性檢測儀器) 種類之多, 所以本研究針對其中幾項非破壞性檢測技術工具做說明如下所示:

(1) RT：射線檢測(Radiographic Testing)

表 2-5 RT 射線檢測介紹表

原理	應用範圍
以具有穿透能力的放射線(如 X 射線、 $\gamma$ 射線)穿透試件，再達於底片或螢幕等介質以生成影像之記錄，然後研判影像以瞭解試件品質。	1. 試件內部與表面缺陷(如氣孔、裂縫等)。 2. 各種外形變化。 3. 腐蝕情況。 4. 內部異物檢查。
優點	缺點
1. 設備費用投資不高。 2. 可獲永久記錄。 3. $\gamma$ 射線不須電源即可檢測。 4. 被檢物外型影響不大。 5. 可同時檢測內、外部瑕疵。	1. 有輻射危險。 2. 需專業人員才能操作。 3. 無法標示瑕疵深度。 4. X 射線需電源及冷卻系統， $\gamma$ 射線則有能量衰減問題。 5. 對垂直射線方向之瑕疵(如夾層)不易檢出。

照片



(資料來源：本研究整理)

表 2-6 X 射線與  $\gamma$  射線之比較

	危險性	穿透力	影像品質	電源	重量
X 射線	小	視能量而定	佳	需要	笨重
$\gamma$ 射線	大	Ir-192 可至 3 “	普通	不需要	較輕巧

(資料來源：本研究整理)

## (2) PT：液滲檢測/染色探傷(Liquid Penetrant Testing)

表 2-7 PT 液滲檢測/染色探傷介紹表

原理	應用範圍
於被測物表面上著色或含螢光劑之滲透液使其藉由毛細管作用進入缺陷內部，再以顯像劑將缺陷內部之滲透液藉由毛細作用吸附回表面而形成明顯可見之缺陷。	檢測均質密實之管路材料，表面有龜裂的瑕疵或間斷。
優點	缺點
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 使用設備便宜、簡單。</li> <li>2. 便於攜帶。</li> <li>3. 檢測結果明瞭，容易解釋與判定。</li> <li>4. 檢測人員不須複雜訓練即可上手。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 僅能檢測出開口於表面之瑕疵。</li> <li>2. 清潔度要求極高，有時需投資昂貴之化學清洗設備及烘乾設備。</li> <li>3. 表面塗膜及異物等均需去除。</li> <li>4. 重覆檢測時靈敏度降低。</li> <li>5. 使用之 PT 材料多為石化產品，安全衛生顧慮多。</li> </ol>
檢測之分類	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 以顯像方式區分：色比式及螢光式。</li> <li>2. 以滲透液區分：溶劑式、水洗式、後乳化式。</li> </ol>	
照片	
	

(資料來源：本研究整理)

(3) MT：磁力檢測(Magnetic Particle Testing)

表 2-8 MT 磁力檢測介紹表

原理	應用範圍
藉由通電流產生磁力線，使磁力線總數大於瑕疵處所被允許通過之數目時，將發生磁漏而吸附磁粉聚集。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 磁力檢驗只適用檢測鐵磁性材料。如：鐵、鈷、鎳及其合金。</li> <li>2. 能檢測表面及次表面瑕疵。無論鑄造、鍛造、機械加工或研磨後件均可用此法檢驗，而且形狀大小都不受限制。</li> </ol>
優點	缺點
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 設備投資成本不高。</li> <li>2. 操作簡單迅速，學習容易。</li> <li>3. 對於表面瑕疵檢出力高，不受內部雜質影響。</li> <li>4. 表面清潔程度不高。</li> <li>5. 適用溫度範圍較廣。</li> <li>6. 善後處理容易。</li> <li>7. 磁力檢測對表面裂紋檢出靈敏度高，且對缺陷表面開口清潔度要求較液滲檢測低(PT)。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 使用之磁軛其吸舉力最少須有 4.5KG(交流)或 18.1KG(直流)。</li> <li>2. 使用螢光式時黑光燈強度於離表面 380mm 距離須達 1000 <math>\mu</math> W/cm<sup>2</sup>，使用之磁浴濃度介於 0.1~0.4%。</li> <li>3. 以磁場指示標準塊確認磁場方向是否適當。</li> <li>4. 磁軛每次轉動 90 度交叉檢測，並涵蓋全部檢測範圍。</li> </ol>
檢測之分類	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 依磁場特性區分：周向磁化法、縱向磁化法。</li> <li>2. 依施加磁力方式區分：連續法、剩磁法。</li> <li>3. 依電流種類區分：交流磁化法、直流磁化法、半波直流磁化法。</li> <li>4. 依磁性介質區分：濕式法、乾式法。</li> </ol>	
照片	
	

(資料來源：本研究整理)

## (4) UT：超音波檢測(Ultrasonic Testing)


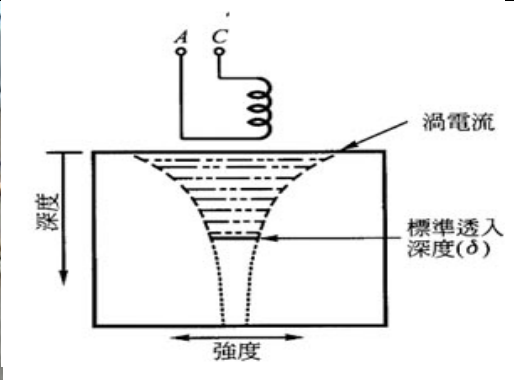
表 2-9 UT 超音波檢測介紹表

原理	應用範圍
使用換能器將電能轉為超音波發射，經藕合方式使聲能傳入試件內，利用試件與內部缺陷的聲學性質(音阻抗)差異，影響超音波傳遞而產生回波再經由換能器接收轉為電能，觀察其回波之振幅、時間差等現象而檢測試件內部和表面之缺陷的大小、形狀與分佈狀況或試件本身材料特性。	量測管路材料厚度、銲接施工缺陷位置所在。超音波可從單邊測量厚度，適合：牆壁、陶瓷、玻璃、塑膠、船舶、橋樑、建築、儲存槽、管路，各種厚度量測及安全檢查。
優點	缺點
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 高靈敏度。</li> <li>2. 強穿透力。</li> <li>3. 檢測速度快。</li> <li>4. 設備簡單輕便。</li> <li>5. 成本低。</li> <li>6. 對人體無害。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 需要藕合劑。</li> <li>2. 薄或形狀複雜工件檢測困難。</li> <li>3. 內部缺陷之方向會影響檢測之準確度。</li> <li>4. 操作者狀況會影響檢測結果。</li> <li>5. 需露明管路。</li> </ol>
檢測之分類	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 依訊號發射方式來分：直束法、斜束法。</li> <li>2. 依訊號顯示方式來分：A-SCAN、B-SCAN、C-SCAN。</li> <li>3. 依接觸方式來分：接觸檢測法、液浸檢測法。</li> <li>4. 依訊號檢出方式來分：脈波回波法、陰影法、強度法、共振法、穿透傳送法、傳送時間法。</li> </ol>	
照片	
	

(資料來源：本研究整理)

(5) ET：渦電流檢測(Eddy Current Testing)

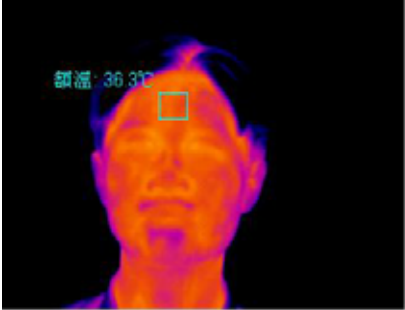

表 2- 10 ET 渦電流檢測介紹表

原理	應用範圍
<p>僅適用於金屬導體，將載有交流電之激發線圈接近金屬被檢物，使金屬導體引發渦電流，感應之渦電流其振幅及相位會隨導體特性(如導電率、導磁率等)差異而變化，這些渦電流亦感應交變磁場，以改變拾取線圈之磁場，再經由儀器加以分析、鑑別而顯示波形。</p>	<p>1. 探傷：金屬表面或次表面之瑕疵。 2. 檢測物性：量測金屬物理性質(如導電率)。 3. 量測尺寸及定位：量測金屬薄片及薄管厚度、量測塗層膜厚、精密量測微小尺寸變化。</p>
優點	缺點
<p>1. 操作迅速。 2. 不須介質輔助(如耦合劑)即可檢測。 3. 可做永久記錄。 4. 對換熱器管為較有效之檢測方式。 5. 可測量瑕疵深度。</p>	<p>1. 僅能檢測導電性材料。 2. 對於可導磁材料需有特別方法檢測(遠場渦電流)。 3. 須製作參考試塊。 4. 僅能檢測表面及次表面瑕疵。 5. 訊號判讀及人員經驗養成較困難。</p>
檢測之分類	
<p>1. 依使用場合區分：表面線圈、內繞線圈、外繞線圈。 2. 依繞線組合方式區分：絕對式線圈、差異式線圈。</p>	
照片	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>	

(資料來源：本研究整理)

## (6) IRT：紅外線檢測(Infrared Testing)

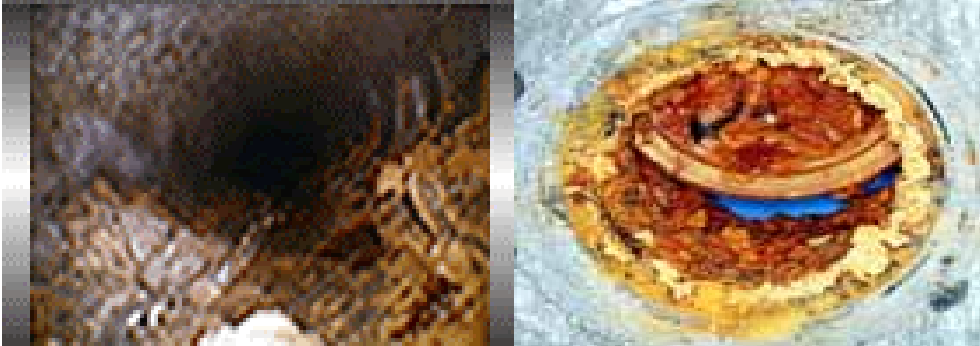
表 2-11 IRT 紅外線檢測介紹表

原理	應用範圍
自然界任何物體在絕對溫度(0 K 或 $-273^{\circ}\text{C}$ )以上，即存在內部能量(Internal Energy)，並輻射出電磁波。紅外線熱像儀唯一可測到的是輻射強度，再利用相關的物理定律，將輻射強度轉換成熱影像及溫度的度量單位。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 配電盤、變電所、輸配線路：電氣過載、接觸、接點不良)。</li> <li>2. 轉動機械：軸承過載、潤滑不良。</li> <li>3. 保溫、保冷層是否正常。</li> <li>4. 管路、設備洩漏檢測。</li> <li>5. 爐管熱斑檢測。</li> <li>6. 各種以熱量形式表現的異常。</li> </ol>
優點	缺點
<p>點溫槍</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 非接觸式。</li> <li>2. 價格便宜。</li> <li>3. 輕巧攜帶方便。</li> </ol> <p>熱顯像儀</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 可觀察及評估全面性之熱量分佈情形。</li> <li>2. 反應速度較傳統測溫快。</li> <li>3. 可測不規則的物體。</li> <li>4. 可遠距離操作。</li> <li>5. 可於事後進行進一步之分析。</li> <li>6. 可觀察動態的現象。</li> </ol>	<p>點溫槍</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 無法測定微小物體。</li> <li>2. 難以進行全面檢測。</li> <li>3. 對遠方物體無法測量。</li> </ol> <p>熱顯像儀</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 設備投資成本高。</li> <li>2. 影響參數較多，比較複雜。</li> <li>3. 解析度的限制。</li> <li>4. 大氣層及陽光的考慮。</li> </ol>
照片	
	

(資料來源：本研究整理)

(7) 內視鏡裝置

表 2- 12 內視鏡裝置介紹表

原理	應用範圍
利用針孔攝影機直接進入管路內部。	內部劣化腐蝕情形。
優點	缺點
可在內部進行拍照、錄影分析管路內部劣化。	1. 必須暫停供水。 2. 須有進入管路的觀測孔。 3. 不方便使用。
分類	
電子式、光纖式、硬管式與軟管式。	
照片	
	

(資料來源：本研究整理)



## (8) 導波檢測

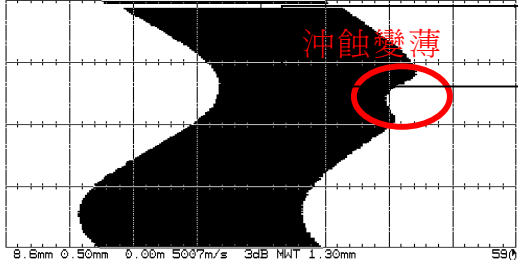
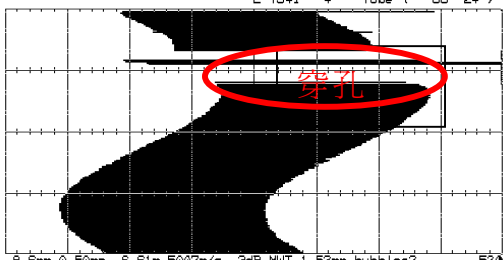
表 2-13 導波檢測介紹表

原理	應用範圍
藉由藍姆波(Lamb wave)在管線表面上傳遞，檢測管壁內、外部腐蝕之狀況。	適用於管路全面篩檢檢測，僅需拆除極小部分的保溫層，適用溫度-40~150℃。
優點	缺點
1. 可以在瑕疵處挖一檢查孔定期測厚檢查，持續追蹤監控。 2. 可全面篩檢管壁狀況。	1. 價格昂貴。 2. 需專人判斷。
照片	

(資料來源：本研究整理)

(9) 管內超音波檢測 (IRIS)



表 2-14 管內超音波檢測介紹表

原理	應用範圍
利用超音波水浸法及聚焦探頭，將音波傳送至反射鏡，再藉由反射鏡將訊號傳送接收，經由電腦做分析與研判。	適用於鐵磁性及非鐵磁性試件包括換熱器換熱管、空冷器換熱管的檢測。
優點	缺點
1. 準確度高。 2. 任何材質皆可。	1. 價格昂貴。 2. 需專人判斷。
照片	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Non-destructive Evaluation Lab. MRL ITRI. IRIS 9000 s/n 9013 FORMOSA Refinery CFB E-7941 - 4 Tube ( 108-23 )</p>  <p>8.6mm 0.50mm 0.00m 5007m/s 3dB NWT 1.90mm 520</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Non-destructive Evaluation Lab. MRL ITRI. IRIS 9000 s/n 9013 FORMOSA Refinery CFB E-7941 - 4 Tube ( 88-24 )</p>  <p>8.6mm 0.50mm 6.61m 5007m/s 3dB NWT 1.52mm bubbles? 520</p> </div> </div>	

(資料來源：本研究整理)

## (10) 硬度計

表 2-15 硬度計介紹表

原理	應用範圍
以特定壓頭在標準彈簧的壓力作用下，壓入試樣，以壓痕的深淺表示試樣的硬度。	鋁、鋁合金、銅、黃銅、較軟金屬、皮革和其他材料包括塑膠和玻璃纖維、非常軟的金屬。
優點	缺點
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 幾乎適用於任何材質。</li> <li>2. 輕便、快速測量硬度指數。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 指針式。</li> <li>2. 會因不同人使用、角度造成數據不同。</li> </ol>
照片	
	

(資料來源：本研究整理)

(11) 手持雷達探測器

表 2-16 手持雷達探測器

原理	應用範圍
從混凝土表面朝內部發射電磁波，根據所接收到的對象物體的反射信號，用圖像表示、紀錄鋼筋或破洞的位置及深度。	適用於氯乙烯管、空洞的探查。
優點	缺點
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 小巧、輕便。</li> <li>2. 金屬、非金屬皆可探查。</li> <li>3. 不同顏色代表不同深度。</li> <li>4. 複雜的管線位置也能測定。</li> <li>5. 即時記錄解析。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 會因不同人使用、角度造成數據不同。</li> <li>2. 價格昂貴。</li> </ol>
照片	

(資料來源：本研究整理)

根據上述非破壞性檢測工具介紹，再做一整理比較，如表 2-17 所示。

表 2-17 非破壞性檢測工具比較表

工具特性	RT	PT	UT	MT	ET	IRT	內視鏡	導波	IRIS	硬度計	手持雷達
可靠性	高	中	中	中	中	中	高	高	高	低	高
作業性	差	差	稍優	稍優	稍優	中	中	中	優	優	優
危險性	有	微	無	無	無	無	無	無	無	無	無
自動化	可	不可	可	可	可	可	不可	可	可	不可	可
操作速度	慢	慢	快	快	快	快	中	中	中	極快	快
檢測範圍	內部及表面	表面	厚度	表面及次表面	表面及次表面	表面	內部	內部	內部及表面	表面	內部
受檢材質	皆可	非多孔	皆可	鐵磁性	導電性	皆可	皆可	皆可	皆可	皆可	皆可
記錄	可	可	可	可	可	可	可	可	可	可	可

(資料來源：本研究整理)

非破壞性檢測工具之種類繁多，對於各種劣化情形分別可透過儀器精確檢測得知劣化現象為何，如表 2-18 檢測儀器及其適用範圍。

表 2-18 檢測儀器及其適用範圍

	埋設管位置	生鏽、鏽塊	殘存壁厚	孔蝕	內視剝離	腐蝕	漏水	水量、流速	磨損	裂縫	絕緣	汗泥沉積	外面腐蝕
埋設管探知器	●												
內視鏡		●		●	●	●				●		●	
X 光攝影		●	●	●	●	●			●	●			
紅外線溫度影像裝置		●					●				●		
超音波測厚儀			●										
超音波探傷器			●	●	●	●			●	●			
渦流探傷器			●	●		●			●	●			
漏水探知器							●						
腐蝕測定器													●

(資料來源：本研究整理)

建築物管線老化、劣化檢測修復

### 第三章 建築物管線檢測修復技術之探討

依據日本文獻對管線設備是否施與預防保全作業的調查結果後發現，建築給排水管路設備檢查診斷的目的，就是為了使該設備能夠維持機能的水準以及壽命的延長。以建築物給排水管線設備為例，如施與預防保全的管線設備壽命較僅有事後保全的設備壽命高出約1.5~3.0倍。且在圖3-1設備保全概念圖中，每一分項裡皆有檢查診斷的部份，評估建築物給排水管線目前是否達到堪用的情形，利用檢查診斷來提早一步進行接下來的對策。

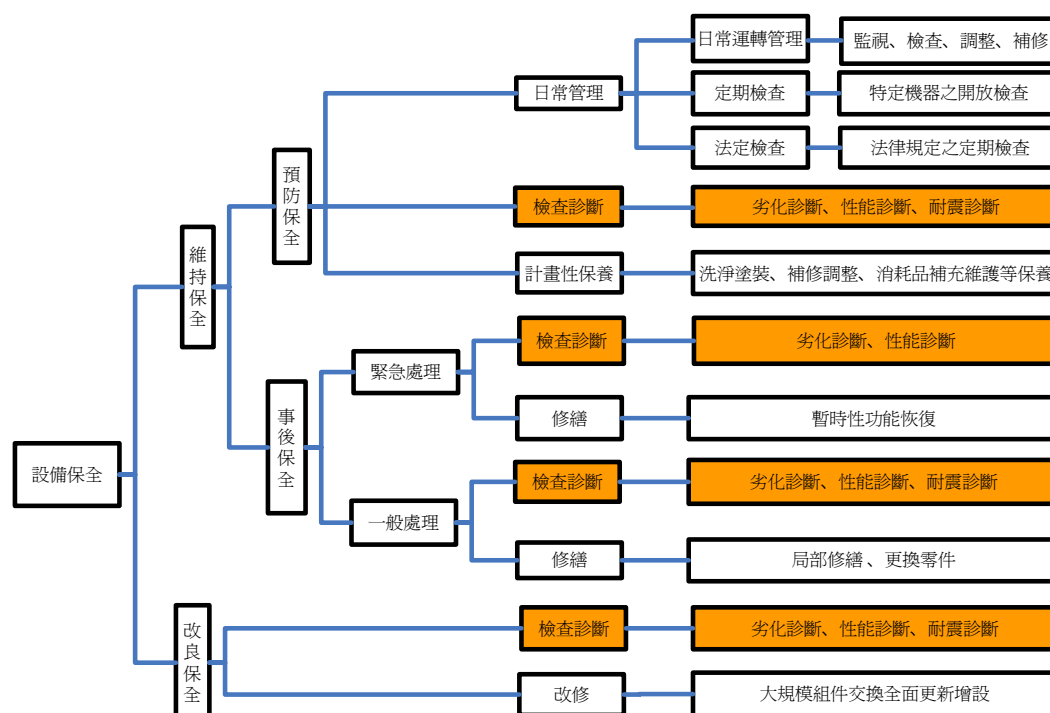


圖 3-1 設備保全概念圖

(資料來源：設備配管の診斷、改修實務，修改自日本建築設備診斷機構編，p 2，2005)

## 第一節 管線維護工作

本研究初步將維護工作分成「檢測診斷」、「保養」、「修復」三個層級，第一層級「檢測診斷」可分為一次、二次、三次診斷。第二層級「保養」的目的在於延長管線及相關設備生命週期，確保其基本使用機能，直到「保養」也不足以使管線或相關設備恢復至基本使用機能以上，才進入最後的「修復階段」，第二層級的主要工作有(1)上漆修補(2)清洗等兩種保養方式。而第三層級「修復階段」的主要工作可分成可分「緊急修復」及「一般修復」兩類。以下將分別詳述各層級。如圖 3-2 管線檢測修復。

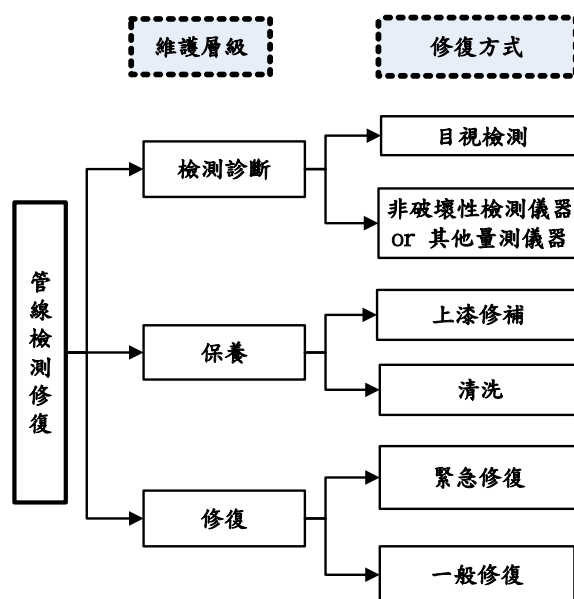


圖 3-2 管線檢測修復

(資料來源：本研究整理)



## 第二節 管線檢測診斷方法

在配管系統中因漏水而產生的運送功能中斷跟系統運作的停止息息相關，所以一定要實施緊急措施來維持系統的機能，但因配管材質的不同，產生腐蝕的狀況也分為很多種，在需要診斷配管狀況時檢討配管的材質是必要的程序。另外，給排水設備的水質、壓力、空調設備的流量是否造成問題且設備系統的特性也都要列入考慮。

由配管設備的用途分為給水管、排水管、熱水管、冷溫水管、蒸氣管、瓦斯管等依照管內流通的液體性質而使用銅管、鋼管、不鏽鋼管、鑄鐵管等，針對管材的使用情況及材質的調查診斷作業是必要的過程。

診斷配管腐蝕程度的目的是為了保持配管機能、確認管材強度、流量確保並檢查漏水處，因此施行殘存壁厚、管內堵塞狀況、損傷位置等測量。若能經由系統化的檢測流程可精準掌握管材毀損狀況，依據毀損程度來施行一、二、三診斷手法，在不對管材造成更多損傷負擔情況下，來達到檢測診斷的目的。但若劣化程度相當嚴重時，則採取破壞管材切樣直接了解實際損傷情形。

老化、劣化之檢測診斷流程如圖 3-3 所示：

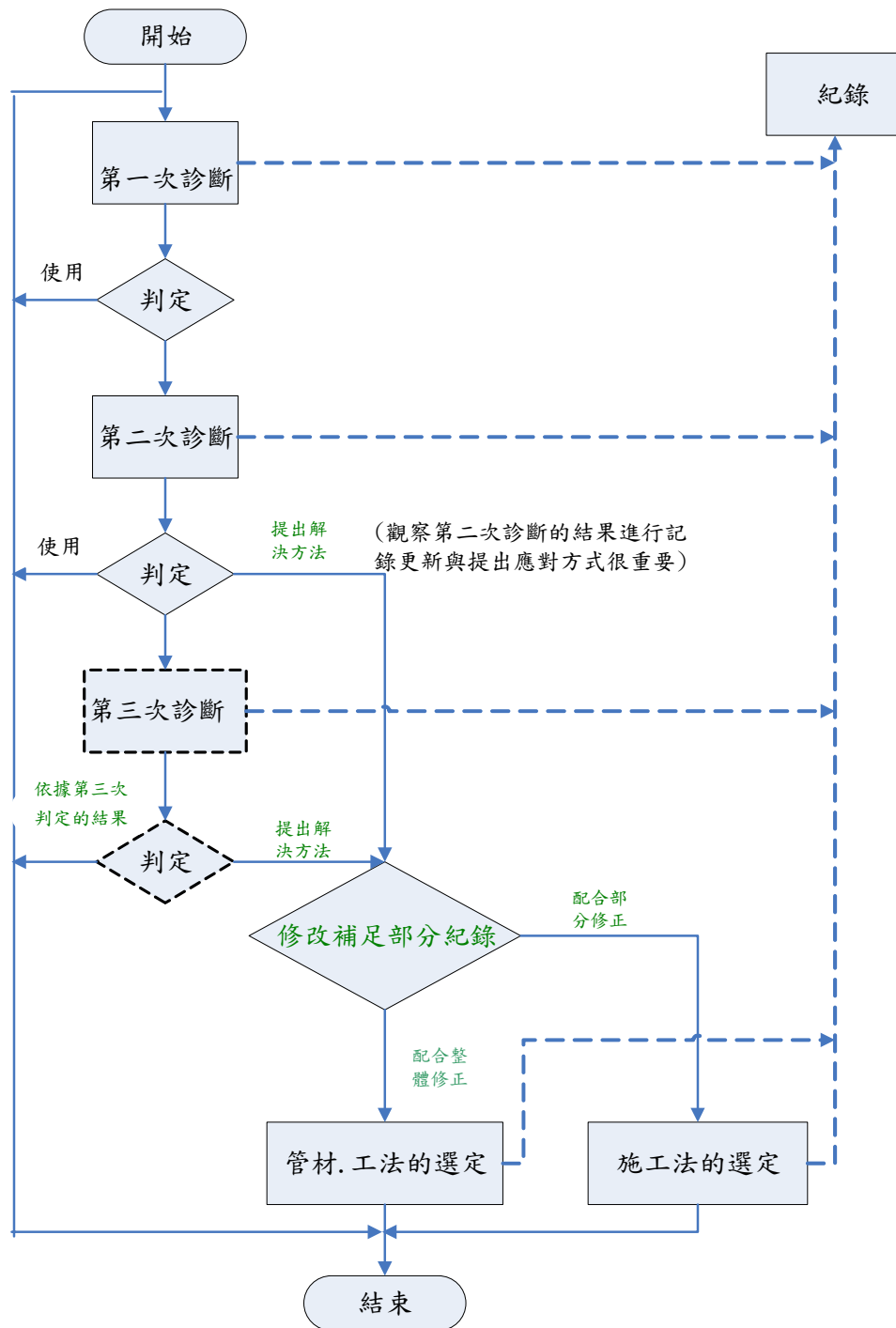


圖 3-3 管線老化、劣化之檢測診斷流程圖

(資料來源：空調、電氣、衛生設備の劣化診斷と對策，關 五郎 編，p125，2006)

配管的劣化診斷可分為三階段，其分類如表 3-1 所示。為了不破壞管材，通常只進行到二次診斷，顯少進入三次診斷，即為破壞性取樣診斷。

表 3-1 診斷分類

一、二、三次診斷之對應關係	檢查內容	診斷水準分類
一次診斷	1. 目視檢查 2. 詢問檢查 3. 簡易的水質檢查	一般診斷
二次診斷	非破壞性檢驗	詳細診斷
三次診斷	破壞性之取樣分析	詳細診斷

(資料來源：本研究整理)

以下針對一、二、三次診斷做一介紹。

### (1) 一次診斷

日常的保養調查是從配管的漏水狀況及水的狀態來調查，為了瞭解配管是否有缺陷，到現場掌握實際狀況是必要的，在了解實際狀況後所做的檢查紀錄更是重要，所以事先學習配管腐蝕狀況調查表對於管理紀錄更能事半功倍。

#### ① 依漏水頻率

如果配管遭腐蝕而漏水大多是進行部分的修補或更新，但漏水頻率增高的話就要開始考慮配管是否需全面更新。從配管系統的漏水部位、頻率、狀況等紀錄，依據漏水的頻率間隔可以判定出此配管的惡化狀況。

#### ② 依水質變化

鍍鋅鋼管、內襯合成樹脂鋼管腐蝕的情形可以由鏽水的濃濁

度及顏色的變化 判定管內的惡化狀況。

③ 依水量變化

更換鍍鋅鋼管如果管內生鏽附著的剖面面積減少的話，出水量及水壓都會減少，紀錄其變化的狀況做定期的比較就可以判斷管內生鏽的附著狀況。

(2) 二次診斷

讓配管保持原狀，使用測量器觀察管內的惡化狀況，是不用破壞管材的診斷方式。

① 利用超音波方法

從管材外側調查分析，診斷因腐蝕而造成配管厚度變薄的對象，配管是鍍鋅鋼管由超音波檢測可得到剩餘壁厚資料，挑出管材變薄的地方，以圓周的方向切斷管材就能大略顯示出管材厚度變薄的狀態。

② 利用內視鏡方法

內視鏡適用於所有的配管，可用於鍍鋅鋼管因腐蝕造成的生鏽附著的狀況，也可用於觀察內襯合成樹脂鋼管的接合處，因防腐處理不良而引起的生鏽附著狀況。

③ 利用 X 光檢測方法

用 X 光照射管面並在管材後側放置感光劑（底片）來觀察管材內部的狀況，亦適合用於各種配管。

(3) 三次診斷

實際配管進行切斷是為破壞性診斷手法。

取樣方法：

取樣方法是破壞檢查手法，實際將管材切斷取樣進行分析診斷，適用各種管材。

管材的檢測除了診斷方式的差異外，也需搭配管線配置的所在處做一區分。分為一般配管場合及管材埋設在結構體內時，其檢測有些許差異處，如下所述：

(1)一般配管的場合

根據診斷方式分為以下六種，如表 3-2 所示。

表 3-2 一般配管診斷方式

診斷方式	
目視調查	一般診斷
超音波計測器	詳細診斷
內視鏡調查	詳細診斷
X光調查	詳細診斷
取樣調查	詳細診斷
其他	詳細診斷

(資料來源：空調、電氣、衛生設備の劣化診断と對策，關 五郎，p 30，2006，本研究補充整理)

(2)管材埋設在結構體內

埋設管的腐蝕原因隨環境的不同、管材材質而有所差異，對於埋設管的劣化狀況有以下三種調查方式，如表 3-3 所示。

表 3-3 埋管診斷方式

診斷方式	
住戶問卷調查	一般診斷
裝設腐蝕監測工具	詳細診斷
挖掘取樣	詳細診斷

(資料來源：空調、電氣、衛生設備の劣化診断と對策，關 五郎，2006，p 20，本研究補充整理)

### 第三節 管線保養方法

第二「保養」層級的目的在於延長管線及相關設備生命週期，確保其基本使用機能，直到「保養」也不足以使管線或相關設備恢復至基本使用機能以上，才進入最後的「修復階段」。

而第二層級的主要工作有（1）上漆修補（2）清洗等兩種保養方式。

#### （1） 上漆修補

對於銹蝕的防止及表面材脫落的補修，是保養的必要動作。通常銹蝕發生時，會以鐵刷刷除表面鐵銹後再上漆，且根據本研究先期報告可知管線所在環境因潮溼及何恭聖研究中所提約 5 成的案例顯示管線固定鐵件皆有銹蝕的狀況，其他熱水器箱體、泵浦等相關金屬組件亦有 3~5 成的銹蝕比例，因此上漆修補為保養層級必要動作。

#### （2） 清洗

因積水而堵塞時有下列幾種方法，雖然有各種方法但因配管的用途部位管徑其採用的方式也不同。以下分別敘述給排水管清洗方式。就李惟義研究指出清洗的對象主要為管路及蓄水槽、污廢水槽、截留器等，至於水泵一般只上漆及潤滑並不清洗，且各種性質及狀況下的給排水管路均有其適用的清洗方法，若使用不當反而會有破壞管線之情況發生。

##### 1、排水管清洗方式：

目前一般技術工多以彈性金屬線法為主，另外高壓沖洗機在台灣有相關進口商品引進。一般住戶可利用壓縮空氣法及化學藥品清洗法，此兩種方法不需要特殊技術，只要從管路末端即可。排水管清洗方法及適用性如表 3-4 所示。

表 3-4 排水管清洗方法及適用性

方式	清洗方式	方法說明/使用時機
長桿法	在特殊鋼製長桿末端安裝適合現場情況的桿頭，於管內推拉，把異物推出或拉出。	長桿由一定柔軟和彈性的特殊鋼製作，直徑6.4mm，長度1.8m，可直接並深入排水管內清除30m內的異物，但因性質與彈性金屬線法相似，且效果較差，市面上已少見。
彈性金屬線法	將彈性金屬線裝上適合現場狀況的端頭，深入管內旋轉，取出異物，由於端部和金屬線的振動旋轉，使管壁附著物脫落。	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 當途中有幾處轉彎時，也能通過排水管，但無法穿越過度彎曲之彎頭。</li> <li>· 國內稱為彈簧條，尺寸有長有短，就國內水電修繕而言最為常見。</li> <li>· 此法亦可能刮壞管路，操作時必須注水冷卻或注意其適用性。</li> <li>· 對一般雜物堵塞效果較好，但對油脂則效果不佳。</li> <li>· 有效長度約在15~30m左右，以15m為多。</li> </ul>
高壓沖洗機法	由水管前端噴射口噴出高壓水，噴射口藉助其構造產生的推力向前，以清洗管內污垢	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 日本單元式集合住宅常使用此方式，較不易造成管線破壞，但設備成本高，國內較少使用。</li> <li>· 依噴水方式可分向前和向後噴射。向前噴水用於清洗排水立管，向後噴射用於清洗排水橫主管。</li> <li>· 依規模可分為大型高壓沖洗車及小型高壓沖洗機，其出水壓力及流量亦可再細分。</li> <li>· 可處理油脂、砂等軟性阻礙物</li> </ul>

方式	清洗方式	方法說明/使用時機
壓縮空氣法	當前三項方法無法使用時，則以壓縮空氣筒、橡膠吸盤等於排水口壓入約2~3kg/cm <sup>2</sup> 的壓縮空氣。	此法為一般住戶即可使用的方法，但只能將異物往外推，且因壓力有限，常無法成功，而且不能除去附著管壁的污垢。
高速回旋氣流	在排水管的一方(例如：排水橫主管出口)接上吸引裝置，於流理台、洗面台、排水口等投入冰或砂等洗淨材，利用高速回旋氣流與洗淨材等除去管內污垢、鐵鏽。	主要使用時機如下： (1)新設配管清掃：以排除管內殘存異物。 (2)腐蝕配管清洗：除去管壁鏽塊及沉積物。
化學藥品清洗	將化學藥品灌入排水口，溶解堵塞物及管內附著物，使其流出，藥品可分廚房系(油脂)及污水系(尿石)。	(1)靜置法：以一定濃度之洗淨液靜置一段時間再放流。 (2)循環法：可利用設備本身循環系統或另加循環裝置，效果比靜置法好。
臭氧水管清洗	將經由特殊的放電管生成的臭氧(O <sub>3</sub> )溶解在水裡，形成含有超微細氣泡的臭氧水，將管裡的各個角落全部洗淨的工法。	管材內部的細菌、軟泥殺菌洗淨後，就能消除異味，利用臭氧的高氧化力，使牢黏在管壁上的紅鏽，也能被臭氧的高氧化力輕易的剝離流出，即能解決紅鏽水的困擾。
高周波清洗法	利用微電腦控制氣動和水流，產生水槌直沖、快速來回逆洗、螺旋側面環洗和高周波震盪剝離等四種波動。	依建築法規規範，住宅內管線必須能夠承受10-20kg/cm <sup>2</sup> 以上的水壓，而高周波水管清洗機的單位面積壓力只有2公斤，所以存有很大安全容許空間。

(資料來源：以維護觀點探討集合住宅給排水管路配設空間之研究，李惟義，p89，速立潔科技有限公司網站，日商五常產業股份有限公司台灣分公司網站，本研究補充整理)



## 2、給水管清洗方式：

給水管本身輸送是較乾淨的水質，因此不需特意清洗，一般會在施工完畢後通水清洗一次以除去管內的雜質。國內多以化學藥品來清洗給水管，但若管材為鍍鋅鋼管時，鍍鋅層可能會遭破壞而快速腐蝕。給水管清洗方式如表 3-5 所示。不同管種清洗方式如表 4-5 所示。

表 3-5 給水管清洗方式

	清洗方式	主要方法/時機
化學藥品清洗法	利用化學藥品清潔，以除去鏽塊及其他沉積物(鹽類沉澱)、附著物(藻)等。且不需設有特別的藥劑投入口。從水栓或配管端末側灌入即可。	主要方法如下： (1) 靜置法：以一定濃度之洗淨液靜置一段時間再放流。 (2) 循環法：可利用設備本身循環系統或另加循環裝置，效果比靜置法好。
高速回旋氣流法	與排水管相似，於配管末端水栓將壓縮空氣繼續壓入，同時壓入薄片狀的冰。	主要使用時機如下： (1) 新設配管清掃：以排除管內殘存異物。 (2) 腐蝕配管清洗：除去管壁鏽塊及沉積物。
臭氧水管清洗	將經由特殊的放電管生成的臭氧(O <sub>3</sub> )溶解在水裡，形成含有超微細氣泡的臭氧水，將管裡的各個角落全部洗淨的工法。	管材內部的細菌、軟泥殺菌洗淨後，就能消除異味，利用臭氧的高氧化力，使牢黏在管壁上的紅銹，也能被臭氧的高氧化力輕易的剝離流出，即能解決紅銹水的困擾。
高周波清洗法	利用微電腦控制氣動和	依建築法規規範，住宅內

	清洗方式	主要方法/時機
	水流，產生水槌直沖、快速來回逆洗、螺旋側面環洗和高周波震盪剝離等四種波動。	管線必須能夠承受10-20kg/cm <sup>2</sup> 以上的水壓，而高周波水管清洗機的單位面積壓力只有2公斤，所以存有很大安全容許空間。

(資料來源：以維護觀點探討集合住宅給排水管路配設空間之研究，李惟義，p92，速立潔科技有限公司網站，日商五常產業股份有限公司台灣分公司網站，本研究補充整理)

表 3- 6 不同管種清洗注意事項

管種	適當的清洗方法	注意事項
鑄鐵管	材質堅硬，任何清洗工具皆可推動通過。	為使剝落鐵銹不滯留於管內，須有大量的水沖洗。
鋼管	管壁較薄，螺栓結合處易產生破口，對於明管，應用柔和的金屬線清洗，用高壓沖洗時要降低水壓。	在管內多處產生鏽蝕的情況下，如用金屬線清洗，銹斑會隨污物一定剝落，造成管壁破損。
聚氯乙稀內襯鋼管	內壁光滑、污染較輕時，可用高壓水沖洗。	用金屬線時，塗層容易受損造成鋼管腐蝕。
硬質聚氯乙稀管	污染較輕時，可用高壓水沖洗，由於內壁光滑，效果好。	長桿、金屬線等如端頭刀具過大、或施力不當，可能造成管壁破損或破裂。
耐火二層管	基本上與聚氯乙稀管相同。	使用金屬線時，應特別注意不致產生破損。

(資料來源：以維護觀點探討集合住宅給排水管路配設空間之研究，李惟義，p91)

## 第四節 管線修復方法

設備配管是依據各種用途的不同而使用不同的管材，空調配管的場合可分為開放式、密閉式，而且因使用配管的不同防腐的方式也不同。對於輕度腐蝕生鏽的配管可以考慮重新再利用。管材的回收再利用是對於現有的配管能維持現狀繼續使用又不破壞建築物內部裝潢的方法。但因應管材的回收利用狀況，即使採用了也必須考慮之後管材的使用年限。

依據日本建築設備診斷文獻的防腐蝕技術有以下：

防水劑的添加

這個方法適用下列的管材是傳統且實用的方法。

- a. 鍋爐
- b. 空調用水系統
- c. 冷卻水系統
- d. 給排水、給熱水系統

因應不同的對象和使用方法來購買市面所販售的藥劑使用。

內側防腐工程

除去鍍鋅鋼管上面的鏽塊並將環氧樹脂塗抹在管材內側，雖然有很多施行方式，但基本上是用高速空氣將研磨材料送入管材內來去除鏽塊，再同樣用高速空氣將環氧樹脂塗抹在管材內側的防腐工程。

水中溶氧的去除

會生鏽的原因就是因為水中含有氧氣，如果水中沒有氧氣，生鏽就無法進行，透過將水中氧氣除去的方法達到防蝕功能。

利用電流防止腐蝕

防止金屬腐蝕的另一種方法就是利用電流，讓電流從金屬表面強制通過。

上述為修復技術之工法，以下針對給排水、排水管的更新工法做一介紹。

### (A) 給水管之更新方法

因長期使用而腐蝕劣化的配管，如果不更換管材的話，可以使用配管更新工法讓舊有的配管恢復功能繼續使用。給水配管有多種延長壽命的方法，但在這裡先介紹從以前以來便有實效性的樹脂配管內側防腐工法。

#### (1) 樹脂配管內側防蝕工法

主要的對象配管是鍍鋅鋼管和內襯鋼管類，是將管內的連接部分的鏽塊或腐蝕部分，使用研磨技術將異物除去、清淨、乾燥並在管內注入高速空氣或專用的長棒將環氧樹脂平均塗抹在管內，並使其乾燥硬化，如此便完成了抗腐蝕的樹脂配管內側防腐工法。

樹脂配管內側防腐工法中，包含各種工法，基本的方法和順序有點相似施行的流程以圖 3-4 表示。

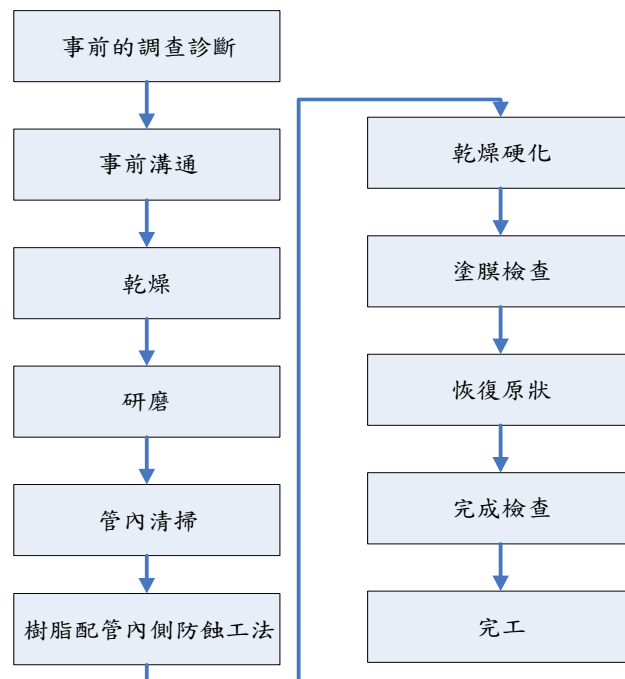


圖 3-4 樹脂配管內側防蝕工法

(資料來源：設備配管の診斷、改修實務，日本建築設備診斷機構編，p102，本研究修改整理)

樹脂配管內側防腐工法全部的作業都必須在現場施行，因此施工品質的好壞在現場就能決定，所以使用的機器、材料、施工作業標準化的檢查等，雖然可已計算推測結果，但實際上還是取決於在現場的施工管理者及作業者是否考慮到前述的審查證明及其他管理、教育、體制等問題。

#### a. 事前調查診斷

施工法是否適用及施行適合的施工法都必須要不斷地實地勘察，因應現場周邊的環境、建築物、配管等的狀況調查，聽取使用者的要求或不良狀態，把握配管腐蝕狀態的目視觀察、非破壞檢查、破壞檢查等，依其必要性來實施並判斷施工法是否合適。

#### b. 事前溝通

工程開始前，住戶及周邊的聯絡道路、車輛、機械的配置，施工時各階段的施工法，災難防止，安全等也要十分注意，施工時因研磨所造成的研磨材料、粉塵的回收及在注入高速空氣壓縮空氣時，壓縮機所產生的噪音、洗淨水的排水等。為了不讓鄰近住戶造成困擾的種種對策，也要事先達成協議，另外，臨時供水、配管的更新、修補，也要因應實際狀況實施。

#### c. 乾燥

施行管內研磨時，為了確保研磨性能應適度保持管內乾燥。

#### d. 研磨

為了清除配管連接部位的鏽塊及異物，應依情況作管內斷面及內部防腐面做清除動作。一般來說，是用壓縮空氣(高速氣流)和研磨材料施行噴砂工法，接著要用上下兩個方向研磨才有功效，並且不要忘了要用內視鏡檢查研磨狀況。

#### e. 管內清掃

為了做出良好的內側防腐面，利用空氣、水、研磨材等，確實將研磨後的殘渣利用水沖洗排出，並要讓配管保持適度乾燥。

#### f. 樹脂配管內側防蝕工法

樹脂配管內側防腐工法的材料一般用環氧樹脂合成樹脂塗料，塗裝方法考慮配管的長度、管徑、塗抹厚度等，再往管內注入樹脂，用高速空氣跟研磨材將樹脂塗抹均勻，因樹脂塗料是非溶劑型的兩種液體混合而成（主劑+硬化劑）需要攪拌均勻，因應季節、環境、溫度掌握、花費時間及硬化時間，確定沒有剩餘的塗料和氣泡，確保一定厚度的塗膜是很重要的。

#### g. 乾燥硬化

為了做出良好的塗膜，利用自然乾燥、通風乾燥來幫助硬化。

#### h. 塗膜檢查

檢查乾燥硬化後塗膜的硬度是否有氣泡、塗膜的厚度、樹脂塗膜厚度等。

#### i. 恢復

塗膜檢查結束後，接回給水管，洗淨並通水。

#### j. 完成檢查

確實洗淨通水後，簡單檢查現場的殘留物、臭氣味道等，確定有無異常，並再次確認抗壓、漏水、外觀等是否異常。

#### k. 完工

檢查完成後，清除臨時物品，處理殘留物，清掃工地，將使用過的場地恢復原狀。

### (B) 排水管之更新方法

排水管的保養維護主要是經由管內清掃方式，因腐蝕而導致漏水的情形也常發生，但比起給水管管徑還要大，所以也要考慮配管配置場所、坡度等問題，再加上更新替換配管有相當的難度，所以大多仰賴修補工程。

樹脂配管內側防腐更新工法適用於鍍鋅鋼管、鑄鐵管，內側包覆合成樹脂的鋼管類等，基本的工法順序和給水管相同，但管徑大小、接合方法、管內的髒汙情況、管末端的狀態等皆須個別考慮，加上以

上這些要素才能決定施工方法。

與給水管不同的施工法其注意事項如下：

a. 管內的清掃研磨

廚房的排水管內，油脂類及廚餘常呈現軟泥狀而附著堆積在管壁上，利用噴砂研磨，高壓水洗淨等方法事先除去附著物是要的動作，因管徑較大研磨的效果可能不太好 這時要改用機械的研磨，另外，研磨使用高速氣流時排水管的流入口管端部分，依需求有關閉的必要。

b. 內側防腐

跟給水管採取一樣的方式，但因管徑較大為了形成較厚的塗膜，大多使用專業的噴嘴插入管內，用噴射的方式塗抹樹脂並依照管徑的不同分開操作。

c. 完成檢查

給水管必須要檢查水質，排水管的話大多可以省略，當然樹脂塗料的種類、品質等都要確認好。

## 第五節 管線改修的基本流程

在設備保全概念圖中（參照圖 3-1），當經過檢測診斷後還是無法恢復基本使用功能時，就要考慮施行改修方案。改修，顧名思義就是將進行大規模組件交換全面更新增設的動作，因此在施行前必定要有詳盡的流程規劃來輔佐，若是匆忙進行改修可能會破壞原有機能性能，甚至影響整體建築物之生命週期。

改修工程以既有的建築物為對象，建築物本體在使用中會有非常多的條件限制是會對建築物使用者產生危害、機能的損害或漏水等危險性發生。多了不確定風險將會提高工程施工的難度，所以在施工前對於問題發生的起因要充分掌握，為了避免那些不確定問題發生，在進行改修工程的事項中要針對配管的設備現況精確的掌握，並要預想會發生哪些麻煩，做出多面性的檢討與防範，施工前要提施工計劃書於業主及所有利害關係人，要進行說明讓大家互相理解，如此才能到現場施工，也才能避免紛爭出現。

改修就是從動工到完工之前的進行方式，而對於施工廠商有以下改修工程的潛在不確定因素：

6. 對於造成建築使用者的困惱（漏水、噪音、震動、灰塵）
7. 適用哪種方法來改修配管
8. 改修期間空調停止期間
9. 規模範圍多大
10. 改修效果如何

工程的不確定現象包含以上所述，對於不確定因素的預防可依據以下基本順序來進行改修動作，可避免不少麻煩發生。在事先一定要詢問業主需求，對於配管的機能欲恢復到設備的物理與機能，或是設備的社會變化，或將來設備機能的提升等訴求，皆要與業主做良好溝通，接著進行配管診斷評估並配合非破壞檢測工具在既有建築物無損傷情況下進行檢測。如圖 3-5 所示。



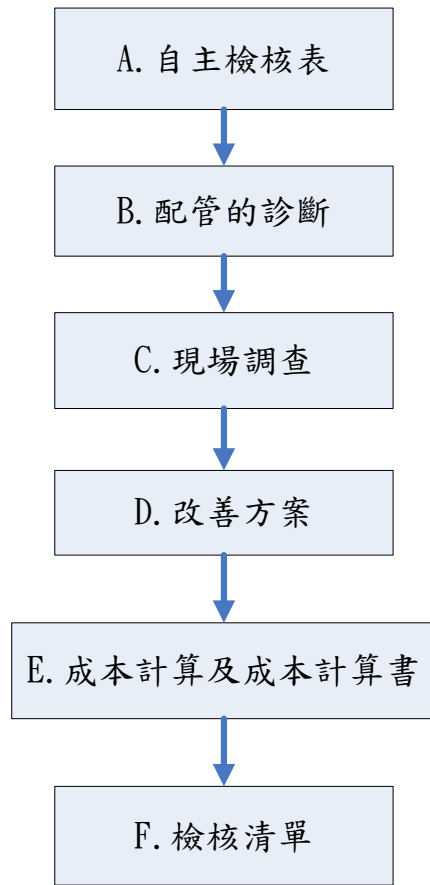


圖 3-5 改修基本流程圖

(資料來源：本研究整理)

改修基本流程之細節如下所述：

A. 自主檢核表

訪問使用者對改修需求，狀況不良情形，在改修之前必須要做具體的準備。經由概念圖（參照圖 1-1），主要因管線性能降低，需評估損壞程度，老劣化現象以及考慮生命週期的問題。

B. 配管的診斷

對於管材耐用年限有多久、成本、時間、目的、配管範圍作調查。由概念圖（參照圖 1-1），進行周圍狀況調查 詳知管線損壞程度。

### C. 現場調查

判斷現場可不可以施工及正確的計算出成本，調查的好壞對施工品質有很大的影響。由概念圖（參照圖 1-1），透過非破壞檢測方式 詳細記錄老劣化現象 ，評估狀況 採取一、二次診斷並概估成本 。

調查的內容如下：

1. 新配管在裝修時，有關新配管所產生的不確定事項進行調查
2. 施工空間及環境調查
3. 作業地點(在管道間、天花板、有無檢修口)
4. 機器搬進搬出的路徑調查
5. 噪音振動影響的調查
6. 作業條件的調查

調查的注意點如下：

- a. 調查要有圖面，調查結果要寫在圖面上
- b. 調查事件的事前分類整理
- c. 最短時間要做好所有調查
- d. 改修對象或是必須拆除的地點的照片以便了解(一定要得到客戶的同意才可以去拍攝照片)

調查後的記錄報告：

- a. 調查所得到的結果及改修需求要做整合
- b. 技術面(配管系統改修提案)
- c. 改修效果的預測(數字或意見)
- d. 工法施工順序的說明
- e. 概略的工程預算

這些報告經過協議之後，初步成為改修成計畫書，並進行實施設計

#### D. 改善方案

根據前項報告，施工所需的空間及改修計畫變成設計圖，由概念圖（參照圖 1-1），依據評估狀況 進行改修技術評定。設計有以下注意點：

1. 圖面上記載的方法及內容是重點。建築物使用期間是否可以施工，不論是施工期間或施工完成後都要記載在圖面。
2. 假設工程、養護方法的內容也應記載在圖面上。
3. 外部鷹架如果有需要的話也應記載在圖面上。

工程要有非常詳細的設計圖，這樣對客戶或管理委員會來說可以有較安心的資訊，這樣可以防止過多或過少的成本計算。

#### E. 成本計算及成本計算書

成本計算書是要根據圖面來(成本過多或過少都要避免)，不只是設計圖，改修計畫書的內容也必須要理解(施工的全部條件，作業時間，安全狀態)與工地主任協議做施工成本的計算是一件很好的事，從成本的角度去看，若安全部分如果過度考慮，相對的成本會增加很多，這是必須要考慮的事情。由概念圖（參照圖 1-1），詳細的成本計算。

#### F. 檢核清單

實際的施工不能勉強，不能過度的浪費，施工順序從施工前到作業完成要進行施工計劃書。由概念圖（參照圖 1-1），根據診斷結果視個別需求進行施工作業，可為上漆保樣、清洗、防腐蝕技術、給排水管更新工法及管材防腐對策等不同層級的維護方式。施工計劃書內容如下：

1. 進度表
2. 組織表
3. 假設工程事務所
4. 施工動線

建築物管線老化、劣化檢測修復

5. 各種養護安全對策
6. 重要作業的掌握
7. 各種配管的細部圖
8. 各種作業可能產生障礙的對策
9. 其他

## 第四章 管線問題重要度問卷調查及分析

### 第一節 問卷設計緣由

藉由本研究對建築物管線老化、劣化之探討，將其常見問題發生之原因分類為五大面向，包括設計面向、施工面向、環境面向、材料面向與使用面向等，如圖 4-1 所示，而在各面向中，其問題產生的原因又可歸納出 10 類不同之第一層級風險類別與 48 項第二層級之風險細項，如表 4-1 所列，而各風險類別與風險細項可能發生之機率是不同的，因此本研究特依此研究成果研擬出管線問題重要度問卷，希望透過對相關業界先進之訪談與問卷調查，以分析出各管線問題之重要度，而問卷之架構與內容如下節所述。

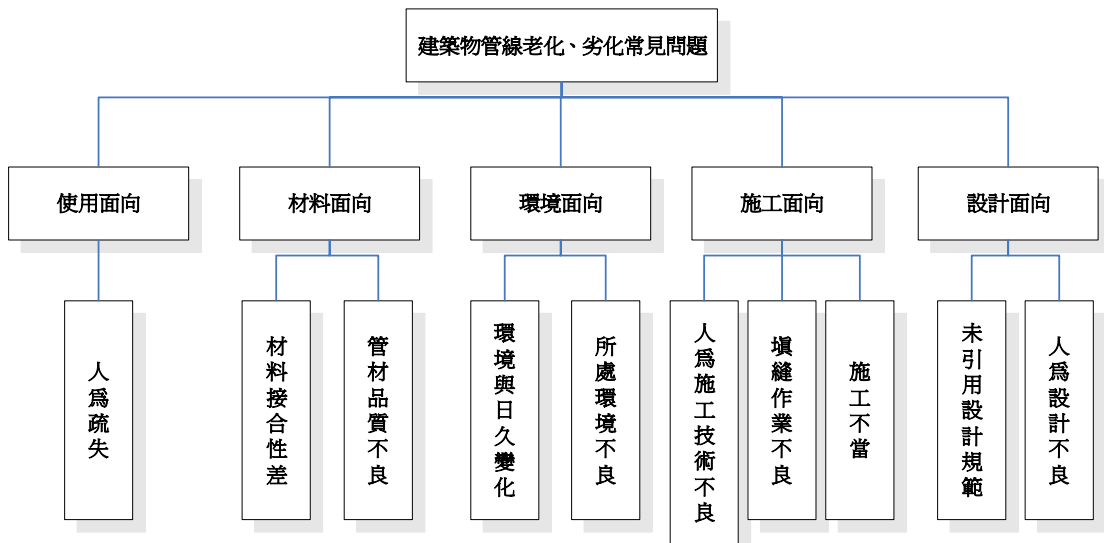


圖 4-1 建築物管線老化、劣化常見問題

(資料來源：本研究整理)

## 第二節 建築物管線老劣化問題之整體評估架構表

表 4-1 建築物管線老劣化常見問題之整體評估架構表

目標	第一層級	第二層級
	風險類別	風險細項
建築物管線老劣化常見問題	A1 設計面向： 人為設計不良	A1.01 管材埋設在建築結構內
		A1.02 無設伸縮接頭
		A1.03 洩水坡度不足
		A1.04 管路重疊交錯；相互貼近
		A1.05 搭接不良(長度不足、銜接彎管角度不當)
	A2 設計面向： 未引用設計規範	A2.01 管徑配置不合規範
		A2.02 配置位置不合規範
		A2.03 流速過大或流量變化大
		A2.04 接合方式不合適
		A2.05 管線間距是否規範不當
		A2.06 搭接長度是否規範不足
	B1 施工面向： 施作不當	B1.01 高低水位差不足
		B1.02 裝修施工振動過大
		B1.03 接著劑塗佈過少
		B1.04 管材無支撐或不良
		B1.05 噴漿前無保護管材措施
		B1.06 管路穿樑位置、管材淨距不當
		B1.07 管材間未加墊片
	B2 施工面向： 填縫作業不良	B2.01 管材直接穿越伸縮縫
		B2.02 填縫施作不完全
		B2.03 樓板、牆洞無填縫材
B2.04 平整度不符要求		
B2.05 不同材質接頭處不完善		
B3 施工面向：	B3.01 釘子打入管材而破損	

人為施工技術不良	B3.02 搬運受外力破損
	B3.03 管材包覆不具保護作用
	B3.04 人為測試加壓方式錯誤
	B3.05 附件連接不嚴密
	B3.06 鎖牙轉太緊或太鬆
C1 環境面向： 所處環境不良	C1.01 水質含有其他元素
	C1.02 管路位處雜草叢生潮濕、垃圾堆積惡劣環境
	C1.03 埋管布置在受重壓重物下
C2 環境面向： 環境與日久變化	C2.01 填縫材老化
	C2.02 止水帶鬆脫或變形
	C2.03 軟管破裂或腐蝕
	C2.04 接頭生鏽破裂
	C2.05 表面粗糙日久積垢
	C2.06 保溫材日久劣化
	C2.07 PVC 管材受紫外線照射脆化
D1 材料面向： 管材品質不良	D1.01 管材變質(受熱溫度過高)
	D1.02 管材本身瑕疵
	D1.03 管材耐久性差
D2 材料面向： 材料接合性差	D2.01 接頭不良(損傷、鬆脫)
	D2.02 螺紋太深或太淺
	D2.03 接頭車牙歪斜
	D2.04 接頭接合處汙物附著
E1 使用面向： 人為疏失	E1.01 無定期維護(清洗)
	E1.02 平日使用不當(毛髮或汙垢淤積)

(資料來源：本研究整理)

### 第一層級權重值

影響「建築物管線常見問題」的評估因子包括「A1 人爲設計不良」、「A2 未引用設計規範」、「B1 施作不當」、「B2 填縫作業不良」、「B3 人爲施工技術不良」、「C1 所處環境不良」、「C2 環境與日久變化」、「D1 管材品質不良」、「D2 材料接合性差」、「E1 人爲疏失」。

- 請您按影響「建築管線常見問題」重要程度的10個因子代號依序排列填寫如下：

( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( )

( ) ≥ ( )

- 依據上述之順序，請比較各因子之相對重要性：

評估因子	強度									評估因子
	絕對重要	極重要	重要	稍重要	同等重要	稍不重要	不重要	極不重要	絕對不重要	
	5/1	4/1	3/1	2/1	1	1/2	1/3	1/4	1/5	
A1 設計面向： 人爲設計不良	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A2 未引用設計規範
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B1 施作不當
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B2 填縫作業不良
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B3 人爲施工技術不良
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C1 所處環境不良
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2 環境與日久變化
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D1 管材品質不良
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D2 材料接合性差
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E1 人爲疏失



第四章 管線問題重要度問卷調查及分析

A2 設計面向： 未引用設計規範	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B1 施作不當
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B2 填縫作業不良
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B3 人為施工技術不良
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C1 所處環境不良
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2 環境與日久變化
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D1 管材品質不良
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D2 材料接合性差
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E1 人為疏失
B1 施工面向： 施作不當	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B2 填縫作業不良
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B3 人為施工技術不良
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C1 所處環境不良
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2 環境與日久變化
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D1 管材品質不良
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D2 材料接合性差
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E1 人為疏失
B2 施工面向： 填縫作業不良	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B3 人為施工技術不良
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C1 所處環境不良
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2 環境與日久變化
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D1 管材品質不良
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D2 材料接合性差
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E1 人為疏失
B3 施工面向： 人為施工技術不良	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C1 所處環境不良
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2 環境與日久變化
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D1 管材品質不良
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D2 材料接合性差
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E1 人為疏失
C1 環境面向： 所處環境不良	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2 環境與日久變化
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D1 管材品質不良
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D2 材料接合性差

建築物管線老化、劣化檢測修復

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E1 人為疏失
C2 環境面向： 環境與時間變化	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D1 管材品質不良
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D2 材料接合性差
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E1 人為疏失
D1 材料面向： 管材品質不良	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D2 材料接合性差
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E1 人為疏失
D2 材料面向： 材料接合性差	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E1 人為疏失

## 第二層級權重值

(一) 「A1 人為設計不良」

1. 請您按影響「A1 人為設計不良」重要程度的 5 個評估因子，包括「A1.01 管材埋設在建築結構內」、「A1.02 無設伸縮接頭」、「A1.03 洩水坡度不足」、「A1.04 管路重疊交錯；相互貼近」、「A1.05 搭接不良(長度不足、銜接彎管角度不當)」、重要程度依序排列填寫如下：

( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( )。

2. 依據上述之順序，請比較各因子之相對重要性：

強度	絕對重要	極重要	重要	稍重要	同等重要	稍不重要	不重要	極不重要	絕對不重要	強度
	評估因子	5/1	4/1	3/1	2/1	1	1/2	1/3	1/4	
A1.01 管材埋設在建築結構內	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A1.02 無設伸縮接頭
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A1.03 洩水坡度不足
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A1.04 管路重疊交錯；相互貼近
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A1.05 搭接不良(長度不足、銜接彎管角度不當)
A1.02 無設伸縮接頭	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A1.03 洩水坡度不足
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A1.04 管路重疊交錯；相互貼近
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A1.05 搭接不良(長度不足、銜接彎管角度不當)
A1.03 洩水坡度不足	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A1.04 管路重疊交錯；相互貼近

建築物管線老化、劣化檢測修復

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A1.05 搭接不良(長度不足、銜接彎管角度不當)
A1.04 管路重疊交錯;相互貼近	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A1.05 搭接不良(長度不足、銜接彎管角度不當)

(二) 「A2 設計面向：未引用設計規範」

1. 請您按影響「A2 設計面向：未引用設計規範」重要程度的 6 個評估因子，包括「A2.01 管徑配置不合規範」、「A2.02 配置位置不合規範」、「A2.03 流速過大或流量變化大」、「A2.04 接合方式不合適」、「A2.05 管線間距是否規範不當」、「A2.06 搭接長度是否規範不足」重要程度依序排列填寫如下：

( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( )。

2. 依據上述之順序，請比較各因子之相對重要性：

強度	絕對重要	極重要	重要	稍重要	同等重要	稍不重要	不重要	極不重要	絕對不重要	強度
	5/1	4/1	3/1	2/1	1	1/2	1/3	1/4	1/5	
評估因子										評估因子
A2.01 管徑配置不合規範	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A2.02 配置位置不合規範
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A2.03 流速過大或流量變化大
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A2.04 接合方式不合適
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A2.05 管線間距是否規範不當
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A2.06 搭接長度是否規範不足
A2.02 配置位置不合規範	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A2.03 流速過大或流量變化大
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A2.04 接合方式不合適
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A2.05 管線間距是否規範不當
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A2.06 搭接長度是否規範不足

建築物管線老化、劣化檢測修復

A2.03 流速過大或流量變化大	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A2.04 接合方式不合適
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A2.05 管線間距是否規範不當
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A2.06 搭接長度是否規範不足
A2.04 接合方式不合適	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A2.05 管線間距是否規範不當
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A2.06 搭接長度是否規範不足
A2.05 管線間距是否規範不當	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A2.06 搭接長度是否規範不足

## (三) 「B1 施工面向：施作不當」

1. 請您按影響「B1 施工面向：施作不當」重要程度的 7 個評估因子，包括「B1.01 高低水位差不足」、「B1.02 裝修施工振動過大」、「B1.03 接著劑塗佈過少」、「B1.04 管材無支撐或不良」、「B1.05 噴漿前無保護管材措施」、「B1.06 管路穿樑位置、管材淨距不當」、「B1.07 管材間未加墊片」重要程度依序排列填寫如下：

\_\_\_\_\_  $( ) \geq ( ) \geq ( ) \geq ( ) \geq ( ) \geq ( ) \geq ( )$  .

2. 依據上述之順序，請比較各因子之相對重要性：

強度	絕對重要	極重要	重要	稍重要	同等重要	稍不重要	不重要	極不重要	絕對不重要	強度
	5/1	4/1	3/1	2/1	1	1/2	1/3	1/4	1/5	
評估因子										評估因子
B1.01 高低水位差不足	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B1.02 裝修施工振動過大
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B1.03 接著劑塗佈過少
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B1.04 管材無支撐或不良
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B1.05 噴漿前無保護管材措施
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B1.06 管路穿樑位置、 管材淨距不當
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B1.7 管材間未加墊片
B1.02 裝修施工振動過大	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B1.03 接著劑塗佈過少
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B1.04 管材無支撐或不良
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B1.05 噴漿前無保護管材措施

建築物管線老化、劣化檢測修復

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B1.06 管路穿樑位置、 管材淨距不當
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B1.7 管材間未加墊片
B1.03 接著劑塗佈過少	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B1.04 管材無支撐或不 良
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B1.05 噴漿前無保護管 材措施
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B1.06 管路穿樑位置、 管材淨距不當
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B1.7 管材間未加墊片
B1.04 管材無支撐或不 良	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B1.05 噴漿前無保護管 材措施
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B1.06 管路穿樑位置、 管材淨距不當
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B1.7 管材間未加墊片
B1.05 噴漿前無保護管 材措施	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B1.06 管路穿樑位置、 管材淨距不當
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B1.7 管材間未加墊片
B1.06 管路穿樑位置、管 材淨距不當	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B1.7 管材間未加墊片



## (四) 「B2 施工面向：填縫作業不良」

1. 請您按影響「B2 施工面向：填縫作業不良」重要程度的 5 個評估因子，包括「B2.01 管材直接穿越伸縮縫」、「B2.02 填縫施作不完全」、「B2.03 樓板、牆洞無填縫材」、「B2.04 平整度不符要求」、「B2.05 不同材質接頭處不完善」重要程度依序排列填寫如下：

( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( ) 。

2. 依據上述之順序，請比較各因子之相對重要性：

評估因子	強度	絕對重要	極重要	重要	稍重要	同等重要	稍不重要	不重要	極不重要	絕對不重要	評估因子
	5/1	4/1	3/1	2/1	1	1/2	1/3	1/4	1/5		
B2.01 管材直接穿越伸縮縫	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B2.02 填縫施作不完全	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B2.03 樓板、牆洞無填縫材	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B2.04 平整度不符要求	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B2.05 不同材質接頭處不完善	
B2.02 填縫施作不完全	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B2.03 樓板、牆洞無填縫材	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B2.04 平整度不符要求	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B2.05 不同材質接頭處不完善	
B2.03 樓板、牆洞無填縫材	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B2.04 平整度不符要求	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B2.05 不同材質接頭處不完善	
B2.04 平整度不符要求	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B2.05 不同材質接頭處不完善	

(五) 「B3 施工面向：人爲施工技術不良」

1. 請您按影響「B3 施工面向：人爲施工技術不良」重要程度的 6 個評估因子，包括「B3.01 釘子打入管材而破損」、「B3.02 搬運受外力破損」、「B3.03 管材包覆不具保護作用」、「B3.04 人爲測試加壓方式錯誤」、「B3.05 附件連接不嚴密」、「B3.06 鎖牙轉太緊或太鬆」重要程度依序排列填寫如下：

          ( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( )          。

2. 依據上述之順序，請比較各因子之相對重要性：

評估因子	強度									評估因子
	絕對重要	極重要	重要	稍重要	同等重要	稍不重要	不重要	極不重要	絕對不重要	
	5/1	4/1	3/1	2/1	1	1/2	1/3	1/4	1/5	
B3.01 釘子打入管材而破損	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B3.02 搬運受外力破損
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B3.03 管材包覆不具保護作用
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B3.04 人爲測試加壓方式錯誤
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B3.05 附件連接不嚴密
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B3.06 鎖牙轉太緊或太鬆
B3.02 搬運受外力破損	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B3.03 管材包覆不具保護作用
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B3.04 人爲測試加壓方式錯誤
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B3.05 附件連接不嚴密
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B3.06 鎖牙轉太緊或太鬆

第四章 管線問題重要度問卷調查及分析

B3.03 管材包覆不具保護作用	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B3.04 人為測試加壓方式錯誤
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B3.05 附件連接不嚴密
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B3.06 鎖牙轉太緊或太鬆
B3.04 人為測試加壓方式錯誤	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B3.05 附件連接不嚴密
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B3.06 鎖牙轉太緊或太鬆
B3.05 附件連接不嚴密	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B3.06 鎖牙轉太緊或太鬆

(六) 「C1 環境面向：所處環境不良」

1. 請您按影響「C1 環境面向：所處環境不良」重要程度的 3 個評估因子，包括「C1.01 水質含有其他元素」、「C1.02 管路位處雜草叢生潮濕、垃圾堆積惡劣環境」、「C1.03 埋管布置在受重壓重物下」重要程度依序排列填寫如下：

          ( ) ≥ ( ) ≥ ( )          。

2. 依據上述之順序，請比較各因子之相對重要性：

評估因子	強度									評估因子
	絕對重要	極重要	重要	稍重要	同等重要	稍不重要	不重要	極不重要	絕對不重要	
	5/1	4/1	3/1	2/1	1	1/2	1/3	1/4	1/5	
C1.01 水質含有其他元素	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C1.02 管路位處雜草叢生潮濕、垃圾堆積惡劣環境
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
C1.02 管路位處雜草叢生潮濕、垃圾堆積惡劣環境	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C1.03 埋管布置在受重壓重物下

(七) 「C2 環境面向：環境與日久變化」

1. 請您按影響 C2 環境面向：環境與日久變化」重要程度的 7 個評估因子，包括「C2.01 填縫材老化」、「C2.02 止水帶鬆脫或變形」、「C2.03 軟管破裂或腐蝕」、「C2.04 接頭生鏽破裂」、「C2.05 表面粗糙日久積垢」、「C2.06 保溫材日久劣化」、「C2.07 PVC 管材受紫外線照射脆化」重要程度依序排列填寫如下：

          ( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( )          。

2. 依據上述之順序，請比較各因子之相對重要性：

強度	絕對重要	極重要	重要	稍重要	同等重要	稍不重要	不重要	極不重要	絕對不重要	強度
評估因子	5/1	4/1	3/1	2/1	1	1/2	1/3	1/4	1/5	評估因子
C2.01 填縫材老化	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2.02 止水帶鬆脫或變形
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2.03 軟管破裂或腐蝕
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2.04 接頭生鏽破裂
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2.05 表面粗糙日久積垢
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2.06 保溫材日久劣化
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2.07 PVC 管材受紫外線照射脆化
C2.02 止水帶鬆脫或變形	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2.03 軟管破裂或腐蝕
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2.04 接頭生鏽破裂
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2.05 表面粗糙日久積垢
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2.06 保溫材日久劣化

建築物管線老化、劣化檢測修復

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2.07 PVC 管材受紫外線照射脆化
C2.03 軟管破裂或腐蝕	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2.04 接頭生鏽破裂
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2.05 表面粗糙日久積垢
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2.06 保溫材日久劣化
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2.07 PVC 管材受紫外線照射脆化
C2.04 接頭生鏽破裂	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2.05 表面粗糙日久積垢
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2.06 保溫材日久劣化
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2.07 PVC 管材受紫外線照射脆化
C2 C2.05 表面粗糙日久積垢	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2.06 保溫材日久劣化
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2.07 PVC 管材受紫外線照射脆化
C2.06 保溫材日久劣化	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2.07 PVC 管材受紫外線照射脆化

(八) 「D1 材料面向：管材品質不良」

1. 請您按影響「D1 材料面向：管材品質不良」重要程度的 3 個評估因子，包括、「D1.01 管材變質(受熱溫度過高)」、「D1.02 管材本身瑕疵」、「D1.03 管材耐久性差」重要程度依序排列填寫如下：

( ) ≥ ( ) ≥ ( )。

2. 依據上述之順序，請比較各因子之相對重要性：

強度	絕對重要	極重要	重要	稍重要	同等重要	稍不重要	不重要	極不重要	絕對不重要	強度
	5/1	4/1	3/1	2/1	1	1/2	1/3	1/4	1/5	
評估因子										評估因子
D1.01 管材變質(受熱溫度過高)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D1.02 管材本身瑕疵
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D1.03 管材耐久性差
D1.02 管材本身瑕疵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D1.03 管材耐久性差

(九) 「D2 材料面向：材料接合性差」

1. 請您按影響「D2 材料面向：材料接合性差」重要程度的 4 個評估因子，包括「D2.01 接頭不良(損傷、鬆脫)」、「D2.02 螺紋太深或太淺」、「D2.03 接頭車牙歪斜」、「D2.04 接頭接合處汙物附著」重要程度依序排列填寫如下：

( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( )。

2. 依據上述之順序，請比較各因子之相對重要性：

強度	絕對重要	極重要	重要	稍重要	同等重要	稍不重要	不重要	極不重要	絕對不重要	強度
	5/1	4/1	3/1	2/1	1	1/2	1/3	1/4	1/5	
評估因子	5/1	4/1	3/1	2/1	1	1/2	1/3	1/4	1/5	評估因子
D2.01 接頭不良(損傷、鬆脫)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D2.02 螺紋太深或太淺
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D2.03 接頭車牙歪斜
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D2.04 接頭接合處汙物附著
D2.02 螺紋太深或太淺	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D2.03 接頭車牙歪斜
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D2.04 接頭接合處汙物附著
D2.03 接頭車牙歪斜	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D2.04 接頭接合處汙物附著



(十) 「E1 使用面向：人為疏失」

1. 請您按影響「E1 使用面向：人為疏失」重要程度的 2 個評估因子，包括「E1.01 無定期維護(清洗)」、「E1.02 平日使用不當(毛髮或污垢淤積)」重要程度依序排列填寫如下：

           ≥           。

2. 依據上述之順序，請比較各因子之相對重要性：

強度	絕對重要	極重要	重要	稍重要	同等重要	稍不重要	不重要	極不重要	絕對不重要	強度
評估因子	5/1	4/1	3/1	2/1	1	1/2	1/3	1/4	1/5	評估因子
E1.01 無定期維護(清洗)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E1.02 平日使用不當(毛髮或污垢淤積)

### 第三節 分析方法

#### 一、層級程序分析法的概念

本研究所運用之研究方法主要為層級程序分析法，本節即針對此研究方法做以下之說明：

層級程序分析法為 1971 由匹茲堡大學教授 Thomas L. Saaty 所發展出來的理論，主要應用在不確定 (uncertainty) 情況下及具有多數個評估準則的決策問題 (盧淵源，1994；蘇雄義、賴憲忠，1995；李宗儒、鄭正鑫，1996)。是應用在規劃、決策的順序、替代方案與績效評估準則等方面。

層級程序分析法是解決層級性問題的系統過程，它把問題一層一層的拆解後再合理性的組織起來，讓決策者透過配對比較的方式，以判斷問題的權重進而決定順序 (Saaty & Kearns, 1985)。

層級程序分析法係透過群體參與，將複雜的問題簡化為層級系統，藉名義尺度 (nominal scale) 作各層級要素之成偶比對 (pairwise comparison)，予以量化後建立比對矩陣 (pairwise comparison matrix)，據以求得矩陣的特徵向量 (eigenvector)，做為該層級的優先向量 (priority vector)。AHP 解決問題的程序歸納為五大部份：

- (一) 層級的建立
- (二) 成偶比對矩陣的建立
- (三) 成偶比對矩陣優先向量求解
- (四) 成偶比對矩陣一致性之檢驗
- (五) 方案的綜合優先值 (吳金城，1992)

層級程序分析法能在進行評估決策時，用一個邏輯性和階層性的結構來組織資料、想法和直覺上的判斷。它可以解決需要同考慮數量性 (quantitative) 和非數量性 (qualitative) 條件的複雜多規範

問題（中網科技，2000）。

依據 Saaty 的經驗，認為較適合應用 AHP 法的決策問題可以規範為以下十二種類型：

- （一）規劃
- （二）替代方案的產生
- （三）決定優先順序
- （四）選擇最佳方案或政策
- （五）資源分配
- （六）決定需求
- （七）預測結果或風險評估
- （八）系統設計
- （九）績效評量
- （十）確保系統穩定
- （十一）最適化
- （十二）衝突的解決（盧淵源，1994）

由於 AHP 法具有多方層面的考量，能把複雜的問題系統化，經參考多位學者的研究操作，本研究乃決定採用 AHP 法來建構績效評估的準則問題。

## 二、層級程序分析法的架構與流程

層級程序分析法即在提供一個分析問題的架構，基本上它是將複雜且非結構的情況加以分割為「階層次序」的屬性（attributes），如圖 4-2。將每個屬性的相關重要性以主觀判斷給予數值，綜合這些判斷決定那一個層次有最高優先權以影響到在這情形下的結果（許光華，1995）

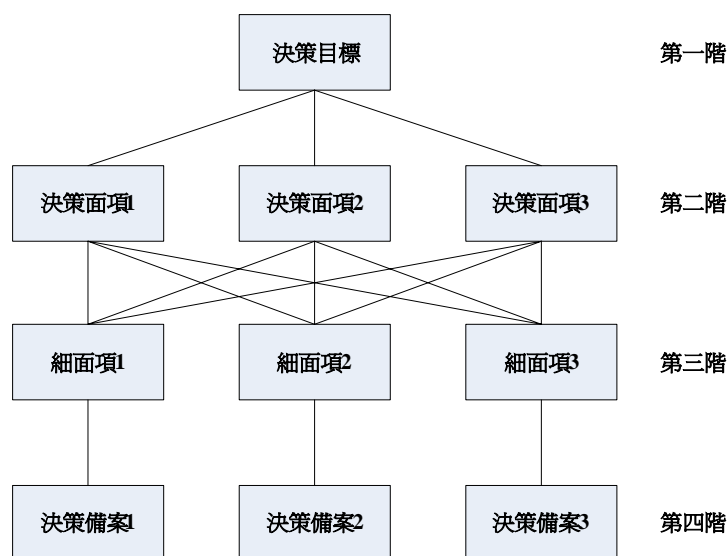


圖4-2 AHP的標準架構

(資料來源：許光華，分析層級程序法在決策分析上之應用，p24，1995)

層級程序分析法的基本原理是藉由把問題分解成更小的元件或準則，然後指引決策者透過一連串的配對比較判斷，以表達層級程序分析架構中各個元件的相對強勢或重要性，這些比較的評斷則需轉為數字表示。層級程序分析法使用程序 (procedures) 和法則 (principles) 去綜合許多評斷的分數，以導出準則的優先順序和最終的替代方案 (邱國光，2000)。層級是整個分析系統的骨架，每一層級內有若干個元素，每一層級受上一層級所影響。旁觀者需站在上一層級的某一元素準則之下，來看下一層級之間元素相對重要性 (林原宏，1995)。層級程序分析法 AHP 秉承利用有系統的方法加以處理複雜的問題，以達成「容易評比」、「提高評比品質」的目標 (李宗儒、鄭正鑫，1996)。應用層級程序分析法進行員工績效評估，可依循下列步驟進行 (蘇義雄、賴憲忠，1995)：

- (一) 建立層級架構：採取系統觀點及植基於 AHP 之運作原則，進行對員工績效評估內涵的瞭解，藉此審慎選取評估因子，以建立層級架構。

1. 問卷設計：根據層級架構的建立，針對各層級間的關係及內容來設計問卷，問卷內容係採用成偶比較方式並配合評比尺度的應用完成。
2. 評估者及被評估者之判斷及意見彙整：問卷的填答係根據評估者與被評估者個人本身對問題之瞭解與經驗，透過評比尺度進行對評估項目間的比較判斷，而給予適當的評比值。
3. 資料分析：利用套裝軟體分析資料，首先為綜合各組成員對相同的兩兩比較項目之評比結果，取其幾何平均值，依此建立各層級之成偶比較矩陣。再由矩陣基礎獲得局部優先值（local priority）與整體優先值（global priority），以測定各個層級和整體層級的一致性結果。
4. 決定評估層級表及權重：一致性判斷結果符合 AHP 之標準（即一致性比率小於 0.1），則可由此確定評估層級之各評估因子及其權重比例分配。
5. 進行評估：根據各評估項目內涵，考量員工實際工作情形而給予相對應的評估。
6. 定期修訂評估層級表及權重：因應組織內外環境的變遷及各單位的實際需要，做為關鍵績效指標評定的評估項目內容亦應隨之而有所不同。

層級程序分析法 AHP 主要欲將所要研究的複雜問題或系統，分離成簡明的要素層級系統，透過評斷，利用矩陣演算，求得各層級因素的優先度，再予綜合而成，其流程有七個階段，如圖 4-3：

1. 問題的界定與陳述
2. 建立評估層級結構
3. 問卷設計與調查
4. 建構成偶比對矩陣
5. 層級一致性的檢定
6. 替代方案的選擇
7. 決策（盧淵源，1994）

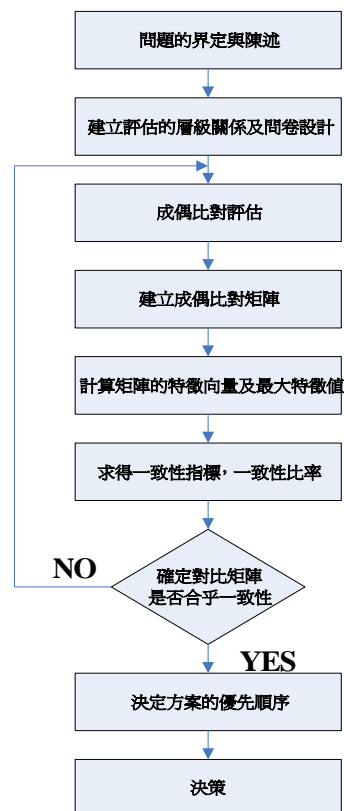


圖 4-3 AHP 流程圖

（資料來源：盧淵源，分析層級程序法之應用，p37，1994）

### 三、層級程序分析法的應用

層級程序分析法的優點在於對問題系統所認定的要件 (entites) 組成幾個「互斥集合」(disjoint sets) 而形成上下「隸屬」(dominated) 的層級關係。並可藉由一致性檢定，篩選有效問卷以控制結果的可信度 (<http://knight.fcu.edu.tw/~chyeh/>) 經由層級關係來進行邏輯判斷，取得各種方案的綜合評價後，做為方案決策的參考。

簡單的說，層級程序分析法是一種在多重準則 (multi-criteria) 的情況下，進行決策的分析工具。鄧振源、曾國雄 (1989) 指出，利用 AHP 進行決策問題時，包括三個階段，分述如下：

#### (一) 第一階段：建立層級程序架構

層級架構無一定建構程序，但建構時最高層級為評估的最終目標，最低層級為替代方案，重要性相近的要素需儘量放在同一層級，層級內要素最好不要超過七個，且層級內各要素均需獨立。

#### (二) 第二階段：各層級要素間權重計算

此階段又分為三個步驟：

##### 1. 建立成對比較矩陣：

評估項目是在以上一層級評估項目的基準下，以名目尺度與同一層級內其他評估項目做成對比較。各尺度意義如表 4-2 所示。

表4-2 層級分析法之評比尺度

評估尺度	定義	說明
9	絕對重要	有足夠的證據及經驗判段肯定左邊之項目
7	極為重要	實際顯示非常強烈傾向左邊之項目
5	重要	經驗與判斷強烈傾向左邊之項目
3	稍微重要	經驗與判斷稍微傾向左邊之項目
1	一樣重要	兩項比較具有相等重要性
1/3	稍微不重要	經驗與判斷稍微傾向右邊之項目
1/5	不重要	經驗與判斷強烈傾向右邊之項目
1/7	極為不重要	實際顯示非常強烈傾向右邊之項目
1/9	絕對不重要	有足夠的證據及經驗判段肯定左邊之項目

(資料來源：本研究整理)

2. 計算特徵值與特徵向量：

將最大特徵值 (lmax ) 所對應的特徵向量標準化後，即為各評估準則間的相對權重。Saaty (1980) 提出下列四種計算特徵值與特徵向量的方法：

(1) 行向量平均值的標準化

$$W_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} , \quad i=1, 2, 3, \dots, n$$



(2) 列平均值的標準化

$$W_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad , \quad i=1, 2, 3, \dots, n$$

(3) 行向量和倒數的標準化

$$W_i = \left( 1 / \sum_{i=1}^n a_{ij} \right) / \sum_{j=1}^n \left( 1 / \sum_{i=1}^n a_{ij} \right) \quad , \quad i=1, 2, 3, \dots, n$$

(4) 列向量幾何平均值的標準化

$$W_i = \left( \prod_{j=1}^n a_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} / \sum_{i=1}^n \left( \prod_{j=1}^n a_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} \quad , \quad i=1, 2, 3, \dots, n$$

3. 一致性檢定：

根據問卷調查所得到的結果，建立成對比較矩陣。如有  $n$  項要素比對，比對次數共為  $n(n-1)/2$  次，將結果轉化成相對應的「成對比較矩陣」，在建立成對比較矩陣時，首先假設某一層級的要素  $A_1, A_2, \dots, A_n$ ，在上一層某一要素為評估基準下，其每一要素的權重  $W_1, W_2, \dots, W_n$ ，為已知。接下來建立成對比較矩陣(Pairwise Comparison Matrix)，而矩陣的每一列是由單一要素的權重相對於其他要素的權重之比例而成。此時， $A_i$  與  $A_j$  的相對重要度  $a_{ij}$  表示，而要素  $A_1, A_2, \dots, A_n$  的成對比較矩陣為  $A=[a_{ij}]$  可以寫成下面的形式(Saaty, 1980)：

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} W_1/W_1 & W_1/W_2 & \dots & W_1/W_n \\ W_2/W_1 & W_2/W_2 & \dots & W_2/W_n \\ - & - & - & - \\ W_n/W_1 & W_n/W_2 & \dots & W_n/W_n \end{bmatrix}$$

其中

$$a_{ij} = W_i/W_j, \quad a_{ij} = 1/a_{ji}, \quad W = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ M \\ W_n \end{bmatrix}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

當然這是 A 理想的評估狀況，通常都不會是此情形，但設定理想的狀況有助於理論的推演。我們可以建立矩陣公式如下：

$$\begin{bmatrix} W_1/W_1 & W_1/W_2 & \dots & W_1/W_n \\ W_2/W_1 & W_2/W_2 & \dots & W_2/W_n \\ - & - & - & - \\ W_n/W_1 & W_n/W_2 & \dots & W_n/W_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ - \\ W_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ - \\ W_n \end{bmatrix}$$

上式成對比較矩陣 A 乘上權重 W，等於 n 乘以 W 之值。即  $A \cdot W = n \cdot W$ ，n 是 A 的特徵值，而 W 是 A 對應於特徵值的特徵向量，而特徵值問題，可將上式化簡成如下的運算式： $(A - n \times 1) \times W = 0$  當  $W \neq 0$  時，則 W 為 A 的特徵向量，同時具有 n 個特徵值而成對比較矩陣 A，具有以下性質 (Saaty, 1977)：

- (1) 矩陣 A 對稱元素相互間為倒數關係，即  $a_{ij} = 1/a_{ji}$
- (2) 矩陣 A 的所有元素均為正值，且滿足  $a_{ij} = 1/a_{ji}$ ，稱為則稱為正倒值矩陣 (Positive Reciprocal Matrix)
- (3) 成對比較矩陣 A 的秩 (Rank) 為 1，即  $\text{rank } A = 1$ 。因為每一列皆是第一列的常數倍，所以其所以特徵值  $\lambda_i (i=1, 2, \dots, n)$  中，只有一個為非零，其餘均為零，而非零的特徵值以  $\lambda_{\max}$  表示。
- (4) 矩陣 A 具有正的特徵值，其中最大的特徵值  $\lambda_{\max}$ ，其所對應的特徵向量元素，也都是正值。
- (5) 矩陣 A 的對角線和為，即  $\text{Trace}(A) = n$ 。從特徵值的特性

得知，特徵值的和也為 n。故：
$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = \text{Trace}(A) = n$$
，所以 
$$\lambda_{\max} = n$$

假設在  $n$  個要素中的  $i, j, k$  三個要素，若

$$a_{ij} = \frac{a_{ik}}{a_{jk}}, i, j, k = 1, 2, \dots, n$$

成立，也就是  $a_{ij} \times a_{jk} = a_{ik}$ ，則表示決策者的判斷前後具一致性(Consistency)。另一個  $A$  為一致性的矩陣的條件就是特徵值( $\lambda_{\max}$ )等於  $n$ 。因此，要素  $A_1, A_2, \dots, A_n$  的特徵向量  $W$ ，即為矩陣  $A$  最大特徵值  $\lambda_{\max}$  所對應特徵向量標準化後的值。

決策者前後判斷是否具一致性，以一致性指標(consistency index, C. I.) 衡量。即  $C. I. = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$ ， $C. I. = 0$  表示前後判斷完全具一致性，Saaty (1980) 建議  $C. I. \leq 0.1$  為可容許的偏誤。不同的  $n$  值下，產生不同的  $C. I.$  值，稱為隨機指標(random index, R. I.)，如表 4-3 所示。

表 4-3 隨機指標表

階數 (n)	1	2	3	4	5	6	7	8
R. I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41

(資料來源：本研究整理)

在相同  $n$  值的矩陣下， $C. I.$  值與  $R. I.$  值的比率稱一致性比率(consistency ratio, C. R.) 即  $C. R. = C. I. / R. I.$ ，若  $C. R. \leq 0.1$  時，則矩陣的一致性程度令人滿意。若每一成對比較矩陣的一致性程度均符合所需，則尚需檢定整個層級結構的一致性。如果整個層級結構的一致程度不符合要求，顯示層級的要素關聯有問題，必須重新進行要素及其關聯的分析與修正。

### (三) 第三階段：整體層級權重計算

各層級要素間的權重計算後，再進行整體層級權重之計算。最後依各替代方案的權重，決定最終目標的最適替代方案。若為群體決策時，各替代方案的權重可以加以整合。

層級程序分析法是在多重準則(multi-criteria)的情況

下，進行做決策的一種分析方法。層級結構圖中層級與元素關係的建立，可以採用腦力激盪法（brain storming）、詮釋結構模式、德菲調查法（delphi technique）… 等等。只要任何方法能建構出系統之層級和元素的關係，均能做為層級程序分析法材料（林原宏，1995）

#### 四、層級程序分析法的優缺點

採用層級程序分析法具有以下優點（曾國雄，1989）（中-14）：

- （一）AHP 法理論簡單，操作容易，能有效擷取多數專家及決策者有共識的意見。
- （二）AHP 法對於影響研究目標的相關因素，皆能納入模型中，配合研究目的，考慮各種不同的層面。
- （三）相關影響因素，在經過專家學者評估及數學方法處理後，皆能以具體的數值顯示各個因素的優先順序。
- （四）將複雜的評估因素以簡單的層級架構呈現，易為決策者接受。

而相對的，層級程序分析法的缺點如下：

- （一）若受訪專家人數過多或人選認定的標準偏差，將影響分析結果之一致性。
- （二）準則數相當多時，所需的成對比較亦相當多。且準則數較多時，較難符合一致性檢定之條件。
- （三）不同背景之專家因著眼點不一，其結果必有差異，產生意見相左或協調整合的問題。

層級程序分析法具數學理論基礎，具有很強的邏輯性，適用於一些較複雜、難以量化的問題，如政策衝突分析、資源分配、規劃等問題。同時透過層級之建立，將複雜的問題簡化成要素層級系統，並將各因素量化後加以評估，以幫助決策者選擇出最適當之方案，減少決策錯誤之風險。

## 第四節 問卷分析結果

### 壹、問卷執行方式與樣本人員

本問卷之目的為找出不同面向中，各管路問題發生風險類別中風險細項之重要度，而問卷之內容屬於較具技術層面之說明與描述，故選定問卷樣本人員為管路相關產業之專業人員作為樣本，其中包括工程顧問公司、設計施工單位、建築保全維護公司及機電事務所等共36位，詳細資料表列如下，而問卷執行方式以郵件寄發和訪談兩種，問卷成果之分析如下節所述。

表4-4 問卷樣本人員資料

編號	姓名	服務單位	職稱
1	張正和	交通部高速鐵路工程局捷運工程處水環所	工程員
2	林福生	水利署南水局	副工程司
3	蔡敦光	國防部	中尉
4	陳培卿	汐止市公所	技士
5	黃一明	宜蘭縣政府	僱用人員
6	李東興	彰化縣彰化市公所	土木工程
7	劉建豪	台南市政府	工程助理員
8	程維康	黎明工程顧問股份有限公司	工程師
9	林於璋	遠揚建設股份有限公司	建築師
10	郭俊坤	遠揚建設股份有限公司	工程師
11	王志豪	遠揚建設股份有限公司	工程師
12	蘇文德	元大建設開發(股)公司	主任
13	林文建	大鋒水電工程股份有限公司	主任
14	黃榮輝	大鋒水電工程股份有限公司	主任
15	盧文瑞	大鋒水電工程股份有限公司	協理
16	周偲弘	亞新工程顧問股份有限公司	高級技術員
17	葉國慶	水美工程	工程師
18	黃文宗	森業營造股份有限公司	經理

19	陳楊承	熹本水電有限公司	經理
20	陳智雄	台灣糖業公司	電機工程師
21	黃啟銘	三商電腦(股)公司	主任
22	林錫寶	東京都保全(股)公司	襄理
23	林澤淞	吳省斯建築師事務所	工程師
24	鄭憶穎	弘申工業技師事務所	專案經理
25	王順田	信煒電機技師事務所	品管工程師
26	何佳達	國立成功大學	技佐
27	彭榮進	國立清華大學	技工
28	鄭俊貴	國立清華大學	技士
29	莊明揚	國立清華大學	技術助理
30	陳明傑	工信工程股份有限公司	工程師
31	劉俊顯	工信工程股份有限公司	工程師
32	梁耀波	工信工程股份有限公司	工程師
33	葉逢棋	工信工程股份有限公司	工程師
34	羅崇志	工信工程股份有限公司	工程師
35	吳德修	宜德電機技師事務所	總經理
36	沈文益	宜德電機技師事務所	工程師

(資料來源：本研究整理)

## 貳、問卷分析結果討論

在第一層級10項風險類別重要度之問卷分析結果如表4-5所示，而從表中比較可知，在10項風險類別中，以設計面向中之未引用設計規範而造成管路問題之原因最受重視，其次是設計面向中之人為設計不良與材料面向中之材料接合性差等；而由問卷分析結果中，被認為影響管路耐久性最低之風險類別則為施工面向中之施作不當、施工面向中之人為施工技術不良與使用面向中之人為疏失等三類，因此可知，目前管路問題發生之原因主要以設計不良為主，因此如何透過相關設計法規之修訂以降低管路問題之發生將是後續應探討之問題。

而在各風險類別中，不同風險細項之影響度分析資料如表 4-6~4-10 所示，其中設計面向中以管材埋設在建築結構內被認為影響最大，施工面向中以平整度不符合要求被認為影響最大，環境面向中以埋管布置在受重壓重物下被認為影響最大，材料面向中以管材變質（受熱溫度過高）被認為影響最大，使用面向中以無定期維護（清洗）被認為影響最大。

表 4-5 各風險類別重要度

編號	風險類別	重要度	排序
A1	設計面向：人為設計不良	0.16131	2
A2	設計面向：未引用設計規範	0.18142	1
B1	施工面向：施作不當	0.06477	8
B2	施工面向：填縫作業不良	0.09170	6
B3	施工面向：人為施工技術不良	0.06253	9
C1	環境面向：所處環境不良	0.07102	7
C2	環境面向：環境與日久變化	0.10173	4
D1	材料面向：管材品質不良	0.15102	3
D2	材料面向：材料接合性差	0.09232	5
E1	使用面向：人為疏失	0.02218	10

（資料來源：本研究整理）

表 4-6 設計面向中各風險細項重要度比較

編號	風險細項	重要度
A1.01	管材埋設在建築結構內	0.2232
A1.02	無設伸縮接頭	0.2145
A1.03	洩水坡度不足	0.2157
A1.04	管路重疊交錯；相互貼近	0.1802
A1.05	搭接不良(長度不足、銜接彎管角度不當)	0.1664
A2.01	管徑配置不合規範	0.1963
A2.02	配置位置不合規範	0.1738
A2.03	流速過大或流量變化大	0.1872

A2.04	接合方式不合適	0.1538
A2.05	管線間距是否規範不當	0.1347
A2.06	搭接長度是否規範不足	0.1541

(資料來源：本研究整理)

表4-7 施工面向中各風險細項重要度比較

編號	風險細項	重要度
B1.01	高低水位差不足	0.1597
B1.02	裝修施工振動過大	0.1408
B1.03	接著劑塗佈過少	0.1839
B1.04	管材無支撐或不良	0.1345
B1.05	噴漿前無保護管材措施	0.1077
B1.06	管路穿樑位置、管材淨距不當	0.1324
B1.07	管材間未加墊片	0.1410
B2.01	管材直接穿越伸縮縫	0.2334
B2.02	填縫施作不完全	0.1960
B2.03	樓板、牆洞無填縫材	0.1363
B2.04	平整度不符合要求	0.2521
B2.05	不同材質接頭處不完善	0.1821
B3.01	釘子打入管材而破損	0.1603
B3.02	搬運受外力破損	0.1863
B3.03	管材包覆不具保護作用	0.1431
B3.04	人為測試加壓方式錯誤	0.2307
B3.05	附件連接不嚴密	0.1373
B3.06	鎖牙轉太緊或太鬆	0.1422

(資料來源：本研究整理)



表4-8 環境面向中各風險細項重要度比較

編號	風險細項	重要度
C1.01	水質含有其他元素	0.3599
C1.02	管路位處雜草叢生潮濕、垃圾堆積惡劣環境	0.2451
C1.03	埋管布置在受重壓重物下	0.3950
C2.01	填縫材老化	0.1514
C2.02	止水帶鬆脫或變形	0.1284
C2.03	軟管破裂或腐蝕	0.1554
C2.04	接頭生鏽破裂	0.1388
C2.05	表面粗糙日久積垢	0.1343
C2.06	保溫材日久劣化	0.1184
C2.07	PVC 管材受紫外線照射脆化	0.1733

(資料來源：本研究整理)

表4-9 材料面向中各風險細項重要度比較

編號	風險細項	重要度
D1.01	管材變質(受熱溫度過高)	0.3979
D1.02	管材本身瑕疵	0.3830
D1.03	管材耐久性差	0.2191
D2.01	接頭不良(損傷、鬆脫)	0.3910
D2.02	螺紋太深或太淺	0.2089
D2.03	接頭車牙歪斜	0.1957
D2.04	接頭接合處汙物附著	0.2044

(資料來源：本研究整理)

表4-10 使用面向中各風險細項重要度比較

編號	風險細項	重要度
E1.01	無定期維護(清洗)	0.5542
E1.02	平日使用不當(毛髮或汙垢淤積)	0.4458

(資料來源：本研究整理)

### 參、問卷執行小結

透過本問卷對選定之36位工程顧問公司、設計施工單位、建築保全維護公司及機電事務所等專業工程人員之問卷調查可獲得下列幾點結論：

- 1、在第一層級10項風險類別中，以設計面向中之未引用設計規範而造成管路問題之原因最受重視，使用面向中之人為疏失則被認為是影響管路耐久性最低之風險。
- 2、在風險細項之分析部分，設計面向中以管材埋設在建築結構內被認為影響最大，施工面向中以平整度不符合要求被認為影響最大，環境面向中以埋管布置在受重壓重物下被認為影響最大，材料面向中以管材變質(受熱溫度過高)被認為影響最大，使用面向中以無定期維護(清洗)被認為影響最大。
- 3、藉由本問卷之調查分析可知，設計面向為目前管路問題發生之主題影響風險，因此如何透過相關設計法規之修訂以降低管路問題之發生將是後續應探討之問題。

## 第五章 管路修復訪查案例

### 第一節 既有公寓建築管路清洗

#### 壹、建築物管路清洗訪查案例

透過本研究對資料之蒐集、相關業界之訪談與討論，了解國內建築既有建築管路老化、劣化問題產生之原因可歸咎於設計面、施工面、環境面、材料面與使用面等五大面向，其中使用面部分包含對建築內給排水設備之清洗保養等，而這方面一般民眾知道每半年要清洗一次水塔，卻很少人去清洗自來水管內壁的陳年污垢，換句話說，僅重視給水端源頭之潔淨，而忽略中間傳輸端的汙染；如此長久下來，管路中之髒污不但會持續堆積於管壁上，而腐蝕給水管管壁；另外管壁鏽蝕物亦會長年污染飲用水，對人體之健康將造成相當的影響。

依訪查業者表示，國內建築物的水管大多採用PVC或鐵管，一般而言，屋齡超過五年的房子，自來水管壁就會開始腐蝕並產生水鏽，隨著時間越久，鏽蝕和積垢的情形便日益嚴重。一般住家的自來水管線路，包含浴室洗臉盆、蓮蓬頭、廚房洗衣機、及各種的冷熱水管，其中又以浴室洗臉盆冷熱水管與民生健康息息相關，因此其水質不可不慎。

為此，本案特蒐集國內舊有與新式之管路清洗工法，從中挑選一可量化清洗效果之配合廠商作技術之訪談與案例之執行紀錄，以作為本計畫案之第一個修復(維護)案例。

#### 貳、建築物管路清洗設備

本案例管路清洗之機制為：於建築內住戶之水表下給水分管處，銜接一台日本進口之管路清洗設備，利用此機器將空氣注入水管內，

利用高週波剝離作用及水槌衝擊方式，將管壁內之鏽、霉、髒污等附著物沖落並由水龍頭流出，透過此新型的水管清洗機設備，將可清楚看見建築管路中清出的污水顏色與內含雜質類型，一般污水顏色大致有朱紅色及咖啡色(黃褐色)，其代表水中含有極高的鐵離子，遇到空氣中的「氧」會結合氧化鐵(紅色)化合物(無機、會沈澱)，再與一些有機質(細菌或藻類等)結合，形成有機氧化鐵(浮在水面上)，此類髒污經打散後常溶於水中像泥巴水甚至像糞水；而此現象常見於熱水管使用鐵管之情形。另外，濁白色污水代表含有細菌叢，綠色污水代表含有藻類與藻毒，此類水中主要含有菌藻等有害物質及石灰質，若會產生沈澱的是碳酸鈣，懸浮於水表面的是碳酸鎂。而最令人做噁的黑色則是出現於目前仍使用地下水的住宅地區，其污水主要含有一些細菌及重金屬等的有機物。



圖 5-1 高週波管路清洗設備施作示意圖

(資料來源：水管家企業提供)

### 參、不同建築物管路清洗工法之比較

透過資料的蒐集，國內管路清洗之工法大致分為下列四種，各種工法之說明、工期與優缺點羅列如下表。

表 5-1 建築內管路清洗工法比較表

項目	ECO.WASHER 工法	藥劑清洗工法	細砂研磨工法	換管工法
工法說明	給水管內的壓縮空氣發射高周波洗淨	直接將藥劑灌入給水系統管道清洗	研磨管壁鐵鏽，再以高壓塑入環氧樹脂保護管壁	將原有水管拆除，換上新的水管
預期工期	1-2小時	3-5天	3-15天	20-60天
優缺點	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 較無任何殘餘問題</li> <li>* 施工斷水期短</li> <li>* 無工程噪音</li> <li>* 工法不需加壓不會爆管漏水</li> <li>* 清洗效果佳</li> <li>* 氧化皮膜可有效延長管道壽命</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 藥劑殘留管壁對人體可能有害</li> <li>* 效果有限</li> <li>* 施工時程較長恐影響客戶作息</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 易爆管漏水</li> <li>* 施工斷水期較長</li> <li>* 工程噪音大</li> <li>* 環氧樹脂披覆須進行事後診斷追蹤有無排放致癌物質之可能性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 破壞裝潢</li> <li>* 施工斷水期長</li> <li>* 工程噪音大</li> <li>* 費用可觀</li> </ul>

(資料來源：本研究整理)

### 肆、建築物管路清洗案例紀錄

透過訪談紀錄，了解此管路清洗設備之使用方法與清洗流程外，再隨同協力廠商進行實際清洗工作之執行紀錄，此次共同包含一使用自來水之熱水管路與冷水管路清洗，與另一地使用地下水之管路清洗工程，而其檢測中水體之顏色如下列各圖所示。

從熱水管路清洗之照片中可以觀察出，此管路清洗時之水體程現黃褐色之污染，其代表水中含有極高的鐵離子，亦即鐵管在長期使用後，其管路中已有鏽蝕之情況產生；從冷水管路清洗之照片中可以觀察出，此管路清洗時之水體程現黃偏紅色之污染，其代表水中恐含有

## 建築物管線老化、劣化檢測修復

藻類、細菌；而從使用地下水管路清洗之照片中可以觀察出，此管路清洗時之水體程現黑褐色之污染，其代表污水中之細菌及重金屬等的有機物已藉由地下水堆積吸附於管路中，將嚴重影響飲用水食用之衛生。



圖5-2 熱水管(鐵管)清洗時水體情況

(資料來源：水管家企業提供)



圖5-3 冷水管(PVC管)清洗時水體情況

(資料來源：水管家企業提供)




圖5-4 使用地下水管路清洗時水體情況

(資料來源：水管家企業提供)


此外，亦將熱水管(鐵管)清洗案例之水體，包括清洗前、清洗中與清洗後各階段取樣送驗，檢測其水體在清洗後濁度與溶解性鐵含量是否可量化出本工法之功效，其檢測報告如表所示；由檢測結果比較得知，此水體在清洗過程中，濁度由380NTU增加至950NTU再降低為0.3NTU，而溶解性鐵含量由0.045mg/L增加至0.089mg/L再降低為0.013mg/L，顯見其功效卓越。但本次執行案例皆為使用中之管路，無法更具體的以切斷取樣之方式，實際了解管路之鏽蝕狀況，建議當可納為後續計畫之規劃。

表5-2 鐵管清洗前水體檢測結果

檢驗項目	檢驗值	分析方法	備註
透視度 (cm)	2.5	NIEA W221.50A	
濁度 (NTU)	380	NIEA W219.50T	
溶解性鐵 (mg/L)	0.045	NIEA W305.51A	
以 下 空 白			
			
備註：			
1. 低於方法偵測極限之測定以'ND'表示，並註明其方法偵測極限值及單位(MDL)。			
2. 本樣品係由客戶自行送樣，樣品基本資料均為客戶提供，本報告僅對該樣品負責。			
聲明書：			
(一) 茲保證本報告內容完全依照行政院環境保護署及有關機關之標準方法及品保品管等相關規定，秉持公正、誠實進行採樣、檢測。絕無虛偽不實，如有違反，就政府機關所受損失願負連帶賠償責任之外，並接受主管機關依法令所為之行政處分及刑事處罰。			
(二) 吾人瞭解如自身受政府機關委任從事公務，亦屬於刑法上之公務員，並瞭解刑法上圖利罪、公務員登載不實偽造公文書及貪污治罪條例之相關規定，如有違反，亦為刑法及貪污治罪條例之適用對象，願受最嚴厲之法律制裁。			
負責人：		實驗室主任： 潘 軒 浩	

(資料來源：水管家企業提供)

表5-3 鐵管清洗中水體檢測結果

檢驗項目	檢驗值	分析方法	備註
濁度 (NTU)	950	NIEA W219.50T	
溶解性鐵 (mg/L)	0.089	NIEA W305.51A	
以下為空白			
			
備註：			
1. 低於方法偵測極限之測定以'ND'表示，並註明其方法偵測極限值及單位(MDL)。			
2. 本樣品係由客戶自行送樣，樣品基本資料均為客戶提供，本報告僅對該樣品負責。			
聲明書：			
(一) 茲保證本報告內容完全依照行政院環境保護署及有關機關之標準方法及品保品管等相關規定，秉持公正、誠實進行採樣、檢測。絕無虛偽不實，如有違反，就政府機關所受損失願負連帶賠償責任之外，並接受主管機關依法令所為之行政處分及刑事處罰。			
(二) 吾人瞭解如自身受政府機關委任從事公務，亦屬於刑法上之公務員，並瞭解刑法上圖利罪、公務員登載不實偽造公文書及貪污治罪條例之相關規定，如有違反，亦為刑法及貪污治罪條例之適用對象，願受最嚴厲之法律制裁。			
負責人：		實驗室主任： 潘札法	

(資料來源：水管家企業提供)



表5-4 鐵管清洗後水體檢測結果

檢驗項目	檢驗值	分析方法	備註
透視度 (cm)	>30	NIEA W221.50A	
濁度 (NTU)	0.3	NIEA W219.50T	
溶解性鐵 (mg/L)	0.013	NIEA W305.51A	
以 下 空 白			
備註： 1. 低於方法偵測極限之測定以'ND'表示，並註明其方法偵測極限值及單位(MDL) 2. 本樣品係由客戶自行送樣，樣品基本資料均為客戶提供，本報告僅對該樣品負責 聲明書： (一) 茲保證本報告內容完全依照行政院環境保護署及有關機關之標準方法及品保品管等相關規定，秉持公正、誠實進行採樣、檢測。絕無虛偽不實，如有違反，就政府機關所受損失願負連帶賠償責任之外，並接受主管機關依法令所為之行政處分及刑事處罰。 (二) 吾人瞭解如自身受政府機關委任從事公務，亦屬於刑法上之公務員，並瞭解刑法上圖利罪、公務員登載不實偽造公文書及貪污治罪條例之相關規定，如有違反，亦為刑法及貪污治罪條例之適用對象，願受最嚴厲之法律制裁。 負責人： _____ 實驗室主任： 潘松德			

(資料來源：水管家企業提供)



圖5-5 給水管路中鏽蝕與髒污堆積情形

(資料來源：水管家企業提供)

## 第二節 既有建築中管路位置檢測新技術

### 壹、建築管路位置檢測新技術

在較舊式之建築結構物中，由於缺乏維護之觀念或因為美觀需求，常將水電管路埋設於結構體之梁、柱、樓版中，而此類管路在使用10年、15年後，管材便開始出現因老化、劣化而破損之問題，亦或在使用方式改變所進行之改建工程中而遭受破壞，故此時期的建築常出現漏水、電線走火之問題；但在這問題發生之同時，管路修復或更新工作又常因缺乏建築之設計圖或竣工圖而增加施工之困難度，故如何發展出一套適當之工具，使可準確告知維護人員既有管路之位置、管線材質，甚或漏水主要位置、漏水發生原因等，一直以來是建築修繕工程中持續被討論之議題。

為此原因，日本利用既有透地雷達之技術，開發出一套適用於建築之手持式檢測蒐尋設備「Handy Search」，其藉由混凝土表面朝內部發射電磁波，根據所接受到對象物體的反射信號，用圖像表示、記錄鋼筋、混凝土空洞或管路之位置與深度；藉由雷達，本設備深層可探測之深度為30cm，而在淺層部分則可放大淺處的探測畫面，以更精密的分析水泥表面到鋼筋的距離；對於探測材料種類，此設備除了鋼筋之類金屬物外，亦可用於探測氯乙烯管、空洞等非金屬物(但解析非金屬物的探測畫面則需具相當之經驗)。是故，此套設備可使用之範圍包括混凝土錨栓深度探測、穿孔工程探測、電器設備工程架設、空調設備工程架設、瓦斯工程埋設、自來水工程埋設、混凝土結構物改建工程、混凝土結構物調查診斷、混凝土橋梁完工檢驗等等，相當值得將此技術作更為深入之探討與測試，故將其主要性能整理如下表。



圖5-6 「Handy Search」手持式深度探測儀

(資料來源：君邦科技儀器提供)

表5-5 「Handy Search」手持式深度探測儀主要性能

項目	性能
系統	雷達方式
探查對象	鋼筋、氣乙烯管、空洞
涵蓋對象	5~300mm (混凝土的相對介電常數6.2，鋼筋直徑6mm或以上)
涵蓋深度解析	淺層模式：約1mm 深層模式：約2mm
水平方向解析	深度不到75mm的探查物：75mm以上 深度75mm以上的探查物：深度以上的間隔
最大探測距離	15m
顯示模式	B模式(垂直斷面圖) BA模式(垂直斷面圖、反射波形表示)
圖像處理	探查時：自動即時表面波處理、手動式即時減算處理 非探查時：手動式表面波處理、峰值畫面處理、固定表面波處理、減算處理
顯示器	TFT彩色液晶(640×480)
深度校正	6~11，0.1step
內部記憶	可儲存15m的資料
最大探查速率	約40cm/s，速度超過會發出蜂鳴聲
操縱方式	畫面反向倒置，畫面標誌(最多7點)，電池容量表示
輸出方式	專用印表機輸出(1rDA)
資料儲存方式	儲存於CF記憶卡
溫度範圍	0℃~+50℃
電源	電池，AC接合器(選擇附加品)
連續使用時間	約1.5小時(電池充滿電時)
構造	簡易防水構造
尺寸	約149(W)×147(H)×216(D)mm
重量	約1.1 kg(含電池)

(資料來源：君邦科技儀器提供)

## 貳、「Handy Search」手持式深度探測儀操作方法

本設備之檢測方法採簡易之直線接觸式掃描，即於欲檢測之範圍內，將「Handy Search」以低於40cm/s之速度，貼近於表面滾動掃描，當掃描作業完成後，檢測範圍內之鋼筋、管路或空洞之位置即可於設備之螢幕上展示出來，如下圖所示；另外，檢測之資料若再配合Radar 3D\_Light軟體之顯影，即可將管路之位置，依不同深度以不同顏色展示出來，使工程人員更易於判讀其檢測結果，以作更為適切之設計或施工。

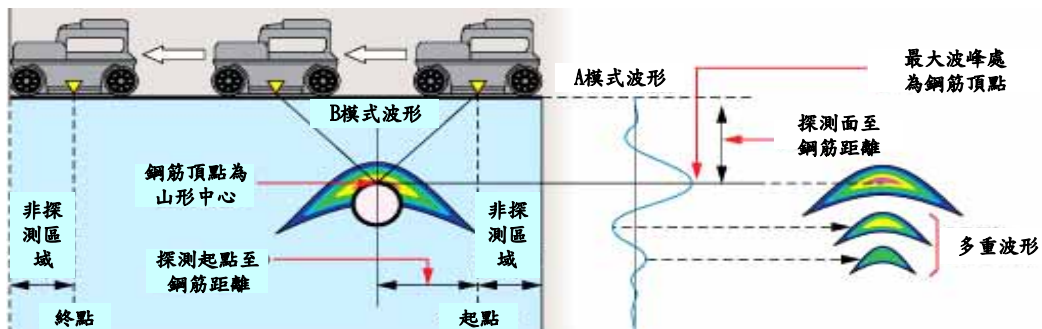


圖5-7 「Handy Search」手持式深度探測儀操作方法

(資料來源：君邦科技儀器提供)

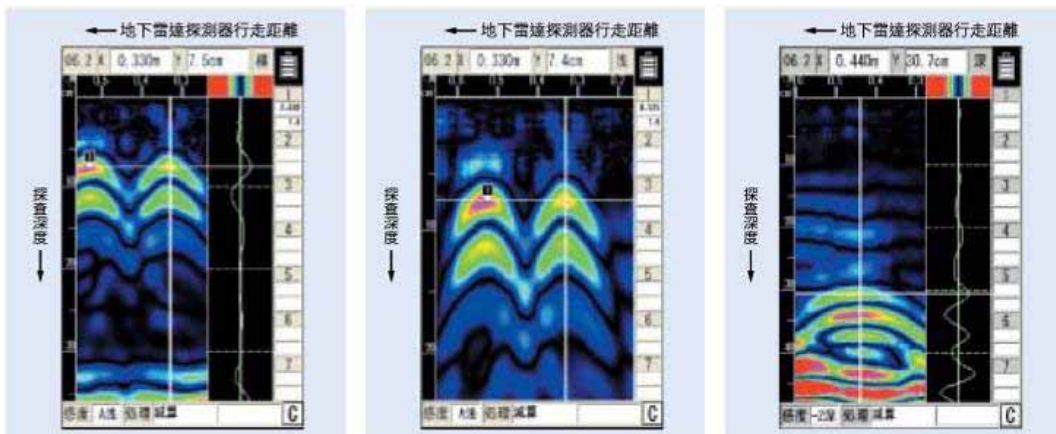


圖5-8 「Handy Search」探測後雷達之波型

(資料來源：君邦科技儀器提供)

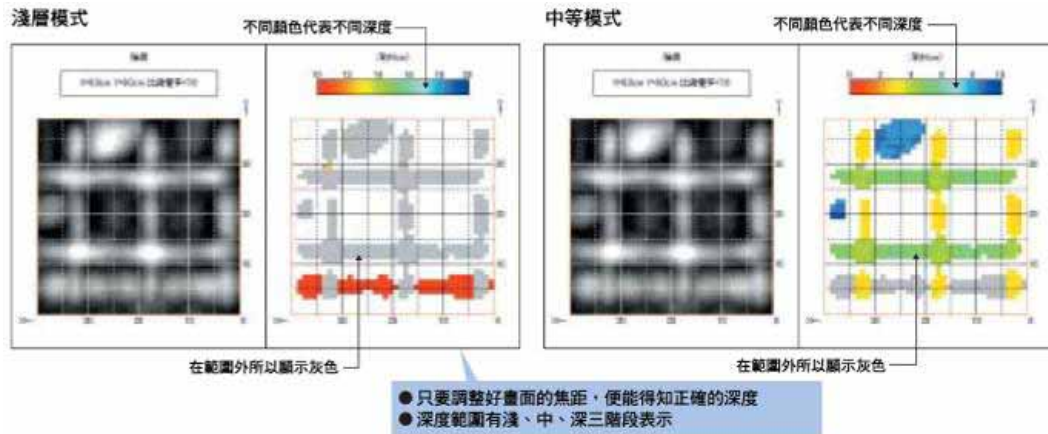


圖5-9 「Handy Search」配合Radar 3D\_Light軟體作彩色顯影結果  
(資料來源：君邦科技儀器提供)

### 參、「Handy Search」執行案例

本設備為引入台灣之最新型管路檢測設備，為更進一步了解其實際應用之可靠性，特找尋一新建未完工之建築，在預先知道其非金屬管路配置位置下，以「Handy Search」實際掃描樓版，以測試本設備是否具非金屬管路之檢測顯影功能；檢測結果如圖所示，從顯示波形之解讀，可以準確的描繪出樓版鋼筋和非金屬管路的位置，但其判讀方式仍需透過具專業知識的人員予以解說，因此，建議未來可透過教育訓練之方式，以推廣本設備於國內整建工程之應用，並降低管路錯切之風險。

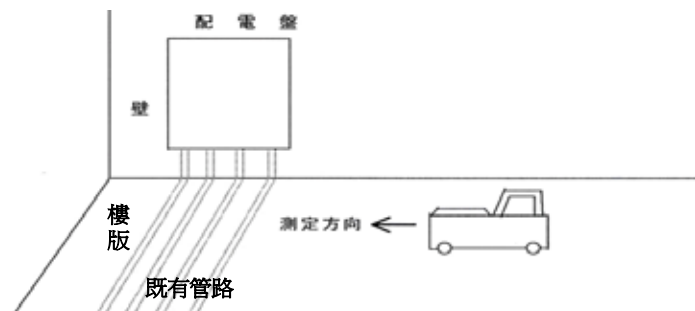


圖5-10 「Handy Search」檢測管路執行示意圖

(資料來源：君邦科技儀器提供)

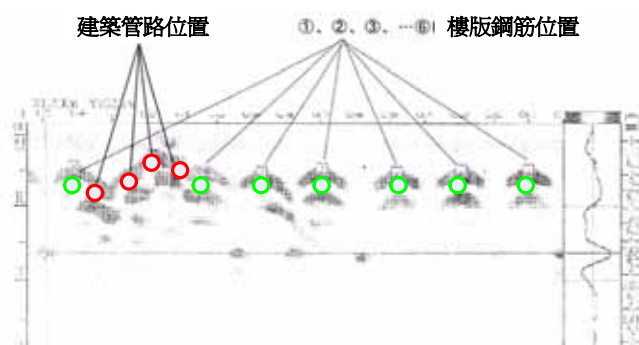


圖5-11 「Handy Search」檢測管路顯示圖

(資料來源：君邦科技儀器提供)

除非金屬管路之外，本次亦在試驗室鋪設一具鋼筋之水泥版，並於底部挖空一小部分，作為模擬之空洞，以測試本設備用於空洞掃描之準確性；而檢測結果如圖所示，其確實可由顯影結果描繪出版下空洞位置，故在未來工程品質之檢驗方面，應有其運用之處。

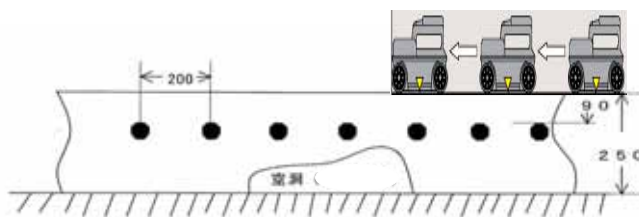


圖5-12 「Handy Search」檢測空洞執行圖

(資料來源：君邦科技儀器提供)

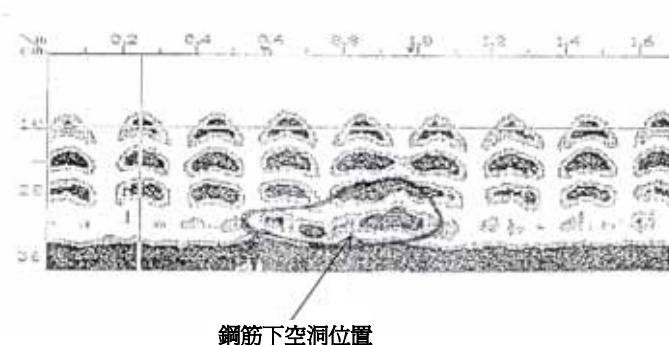


圖5-13 「Handy Search」檢測空洞顯示圖

(資料來源：君邦科技儀器提供)

### 第三節 既有建築管路更新案例

#### 壹、既有建築管路更新案例訪查介紹

從本次研究之經驗中可知，國內既有建築管路隨著使用時間之拉長，存在著一些老化、劣化之問題，但在訪談之過程中可知，此類管路在修復時期時，由於使用需求的改變，故使用者較常選擇以管路全部更新取代舊有管路之修復，因此，本計畫選擇一國內具管路修繕更新設計之公司進行訪談及本計畫問卷之施作和討論，另亦獲得此公司之同意，選擇一舊有建築管路更新設計之案例，提供本案參考。

#### 貳、既有建築管路更新執行流程

本案為一既有之建築物，經數十年之使用後，既有管路早已老化、劣化，另因空間使用之變更及用電量、給排水需求之大量增加，故選擇以重新配管之方式進行既有建築物內管路之維護工程；根據訪談之內容，此類建築管路維護更新工程通常需協同建築師進行，執行初期由管路設計工程師親至現場會勘，並與業主進行溝通，了解使用者實際之使用理念，再針對舊有水電系統性能、既有建築物內況進行拍照與記錄，後續再就這些資料，提出可行之管路更新設計方案供使用者參考；而使用者將就設計方案考慮其經濟性與必要性，作最後之決定，始可完成整個管路更新設計之工作。

在管路施工時期，設計單位則會依建築師之要求，至施工現場作可能問題之預防討論與管路裝設正確與否之檢查，以力求管路之功能不會因施工過程而造成損傷，亦可延長管路之使用壽命。

建築物管線老化、劣化檢測修復



圖5-14 建築內既有管線與設備之調查記錄

(資料來源：宜德工程顧問有限公司)



圖5-15 既有設備需求性能之調查記錄

(資料來源：宜德工程顧問有限公司)



圖5-16 建築內既有水電系統荷載性能之調查記錄

(資料來源：宜德工程顧問有限公司)





圖5-17 新管路裝設後缺點調查記錄

(顏色塗裝不完全、開口處無保護)

(資料來源：宜德工程顧問有限公司)

表 5-6 既有建築管路更新工程總則範例

表一		表二	
工程名稱	工程地點	工程名稱	工程地點


(資料來源：宜德工程顧問有限公司)

#### 第四節 案例執行成果小結

透過本研究案之執行成果可知，建築物管線老化、劣化之原因可分類為五大面向，包括設計面向、施工面向、環境面向、材料面向與使用面向等，而本計畫藉由三個案例，對既有建築物內管路之使用面、施工面及設計面進行研究，而藉由這些案例之執行與調查，共獲得下述結論：

- 1、建築物內管路常因內埋與日積月累之使用而無法清洗，致使管內易堆積無數之髒污而影響飲用水之品質，但本計畫透過日本高週波管路清洗設備之使用，經使用前後採樣水體之檢驗報告顯示，此工法確有潔淨管路之功效。
- 2、藉由透地雷達之技術，已開發出一套適用於建築物內之鋼筋、非金屬管路與空洞之檢測設備，透過一些已知條件之結構物測試，顯示出其精確性，但其波形之判讀仍需透過更多案例之訓練，始可增加檢測人員之經驗。
- 3、透過一既有建築物管路之更新案例可了解，建築管路維護更新工程執行初期應由管路設計工程師親至現場會勘，包括與業主進行溝通、對舊有水電系統性能、既有建築物內況進行拍照與記錄；後續再就這些資料，提出可行之管路更新設計方案供使用者參考與決定；而在管路施工時期，設計單位則應依建築師之要求，至施工現場作可能問題之預防討論與管路裝設正確與否之檢查，以力求管路之功能不會因施工過程而造成損傷，亦可延長管路之使用壽命。

建築物管線老化、劣化檢測修復

## 第六章 結論與建議

### 第一節 結論

本研究目的在於客觀調查並瞭解建築物管線長期使用後之狀況，並將檢測結果以數值化的方式，讓使用者能明確知道管線老化、劣化的情形與程度，提擬可以採行適合的維護修復方式，以維持管線後續應有使用機能，延長建築物的使用壽命；另外透過資料之蒐集與問卷之調查，整理至少 30 則關於管線設計、施工以及使用過程可能產生之缺失及變因，並提出解決對策與改進方案；最後藉由 3 則建築物管線的檢測、維護、修復案例，以說明建築管線修復之方法。整體研究成果歸納如下：

1. 經由文獻收集，本研究將管線問題發生原因歸納為五大構面：管線材料、管線所處環境、管線施工、管線設計、管線使用情形，並由這五大構面再細分為 A1 人為設計不良、A2 未引用設計規範、B1 施工不當、B2 填縫作業不良、B3 人為施工技術不良、C1 所處環境不良、C2 環境與日久變化、D1 管材品質不良、D2 材料接和性差、E1 人為疏失面向等，而此十個面向皆是造成管線老劣化的主要因素。
2. 本研究初步將維護工作分成「檢測診斷」、「保養」、「修復」三個層級，第一層級「檢測診斷」可分為一次、二次、三次診斷。第二層級「保養」的目的在於延長管線及相關設備生命週期，確保其基本使用機能，直到「保養」也不足以使管線或相關設備恢復至基本使用機能以上，才進入最後的「修復階段」；第二層級的主要工作有（1）上漆修補（2）清洗等兩種保養方式；而第三層級「修復階段」的主要工作

可分成可分「緊急修復」及「一般修復」兩類。

- 3、透過問卷調查，在第一層級 10 項風險類別中，以設計面向中之未引用設計規範而造成管路問題之原因最受重視，使用面向中之人為疏失則被認為是影響管路耐久性最低之風險。
- 4、在風險細項之問卷分析部分，設計面向中以管材埋設在建築結構內被認為影響最大，施工面向中以平整度不符合要求被認為影響最大，環境面向中以埋管布置在受重壓重物下被認為影響最大，材料面向中以管材變質(受熱溫度過高)被認為影響最大，使用面向中以無定期維護(清洗)被認為影響最大。
- 5、藉由本問卷之調查分析可知，設計面向為目前管路問題發生之主題影響風險，因此如何透過相關設計法規之修訂以降低管路問題之發生將是後續應探討之問題。
6. 本計畫透過日本高週波管路清洗設備之使用，經使用前後採樣水體之檢驗報告顯示，此工法確有潔淨管路之功效。
7. 藉由透地雷達之技術，已開發出一套適用於建築物內之鋼筋、非金屬管路與空洞之檢測設備，透過一些已知條件之結構物測試，顯示出其精確性，但其波形之判讀仍需透過更多案例之訓練，始可增加檢測人員之經驗。
8. 透過一既有建築物管路之更新案例可了解，建築管路維護更新工程執行初期應由管路設計工程師親至現場會勘，包括與業主進行溝通、對舊有水電系統性能、既有建築物內況進行拍照與記錄；後續再就這些資料，提出可行之管路更新設計方案供使用者參考與決定；而在管路施工時期，設計單位則應依建築師之要求，至施工現場作可能問題之預防討論與管路裝設正確與否之檢查，以力求管路之功能不會因施工過程而造成損傷，亦可延長管路之使用壽命。

## 第二節 建議

根據研究成果發現，本研究對建築物老化、劣化檢測修復，提出下列具體建議。以下分別從立即可行的建議、及中長期建議加以列舉。

### 建議一

引入並輔導建立先進管線非破壞檢測技術：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：職訓中心

隨著國內建築物使用壽命不斷的老化，國內建築物未來將進入一段診斷與整建頻繁的時期，但目前業界常聽聞之管線非破壞檢測技術多以微探頭顯影等技術為主，並無法有效量化管線之材料性質或可使用之建議，而其它之測厚儀器，則如同本次研究之結果，缺少多尺寸可供參照之管線腐蝕速率，因此對於國內建築之管線維護，僅能維持抓漏換管與使用期限到期換管二種原因為依據。

因此，為使國內之建築管線非破壞技術更為提昇，並使未來需求民眾可獲得更為有效之檢測資料，當以先期預知之觀點，先行引入並輔導相關廠商，並藉此將廠商之能作一分級，以供民眾查詢之參考。

### 建議二

研擬修正建築管線維護之相關法令：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署

國內目前建築管線之相關法令多以建造時，規範不同使用目的之管線應使用之材質與尺寸，但建造後管線多埋入結構體中，因此常無法真正確認實際使用管線之原始資訊，對於未來檢測數據之比對亦相困難，因此建議應於相關法令中納入部分管線維護之條文，如保存原始管線作為樣本並有系統紀錄管理等，另外後續之維修亦應納入紀錄，以使管線之使用紀錄有效延續，方便於後續管線健檢制度之推動。

建築物管線老化、劣化檢測修復



## 附錄一 給排水管相關規範

根據給排水管的規範本研究分成廠商、施工、設計審查、國外相關規範等部份以供本研究使用並確認給排水管相關規範。這幾個部份主要依政府採購法、建築技術規則、自來水法、自來水用戶用水設備標準、台北自來水事業處用戶用水設備設計須知、台北市自來水用水設備標準、中國國家標準(CNS)、台灣省自來水公司營業章程、國外給排水管相關部分規範等來做給排水管相關規範的介紹與整理。

### (一) 給排水管相關規範

#### (A) 給排水管廠商部份相關規範

##### (1) 政府採購法第二十六條

機關辦理公告金額以上之採購，應依功能或效益訂定招標文件。其有國際標準或國家標準者，應從其規定。

機關所擬定、採用或適用之技術規格，其所標示之擬採購產品或服務之特性，諸如品質、性能、安全、尺寸、符號、術語、包裝、標誌及標示或生產程序、方法及評估之程序，在目的及效果上均不得限制競爭。

招標文件不得要求或提及特定之商標或商名、專利、設計或型式、特定來源地、生產者或供應者。但無法以精確之方式說明招標要求，而已在招標文件內註明諸如「或同等品」字樣者，不在此限。

##### (2) 建築工程與水管、電氣合併或分開招標原則

1. 水管及電氣工程所占預算金額預估達查核金額以上者，分開辦理招標。
2. 水管及電氣工程所占預算金額預估達查核金額十分之一以上，且占其全部工程總預算金額預估達百分之十五以上

者，得允許共同投標或分開招標。

3. 採預鑄工法之工程，得合併辦理招標。
4. 情況特殊，分開辦理招標於施工配合顯有困難者，得報經上級機關核准後合併辦理招標。
5. 機關以分開辦理招標者，應注意界面整合問題，並於契約中明定廠商施工配合之責任。

(3) 自來水法第九十三條

自來水管承裝商應向所在地直轄市或縣〈市〉政府申請許可並加入水管工程相關公會始得營業。自來水管承裝商之技工，應經考驗及格給予證書始得工作。

(B) 給排水管材質部分相關法規

(1) 建築技術規則

總則編第四條

建築物應用之各種材料及設備規格，除中國國家標準有規定者從其規定外，應依本規則規定。但因當地情形，難以應用符合本規則與中國國家標準材料及設備，經省或直轄市主管建築機關同意修改設計規定者，不在此限。

建築設計施工編第二百四十七條

高層建築物各種配管管材均應以不燃材料製成，或使用具有同等效能之防火措施，其貫穿防火區劃之孔隙應使用防火材料填滿或設置防火閘門。前項各類用管所使用之外層保護材或保溫材應以燃燒時不得產生有害氣體之材料為限。

建築設備編第二十七條

給水或排水管路之鋼管、鑄鐵管、鐵管、鉛管、硬質塑膠管及其配件，均應符合中國國家標準，或經中央主管建築機關認可之其他材料所製成者。

(2) 自來水用戶用水設備標準

第十九條

用戶管線與其管件、用水設備及衛生設備，其有國際標準或國家標準者，應從其規定。

第二十條

曾用於非自來水之舊管，不得使用為自來水管。

第二十四條

自來水用戶管線所用之材料，應為鑄鐵、球狀石墨鑄鐵、鋼、石棉、硬質塑膠等，配以適當零件，其規格應符合國家標準。

第二十五條

衛生設備及用水設備，其已有國家標準者，應符合其規定。

第二十六條

凡曾用於非自來水之舊管，不得使用為自來水管。

(C) 給排水管設計部分相關法規

(1) 設計單位

自來水法第五十六條

自來水事業工程之規劃、設計、監造及鑑定，在中央主管機關指定規模以上者，應經依法登記執業之水利技師或相關專業技師簽證。但政府機關或公營自來水事業機構起造之自來水事業工程，得由該機關或機構內依法取得水利技師或相關專業技師證書者辦理。

前項相關專業技師之科別，由中央主管機關會商中央技師主管機關公告之。

(2) 審查單位

自來水法第五十條

自來水用戶用水設備，應依用水設備標準裝設，並優先採用具省水標章之省水器材，經自來水事業或由自來水事業委託相關專業團體代為施檢合格後，始得供水。前項用水設

備標準及優先採用省水器材辦法，由中央主管機關定之。

(3) 管路配置設計方式

建築技術規則建築設備篇第二十九條

- 1) 、不得影響建築物安全，並不受腐蝕、變形、沉陷、震動或載重影響，而產生滲漏。
- 2) 、埋入地下或構造體內之管路，應有預防腐蝕之措施。
- 3) 、不得配置於昇降機道內。
- 4) 、露明管路應依照國家標準規定，塗漆明顯標誌。
- 5) 、自備水源之給水管路，不得與公共給水管路相連接。
- 6) 、供飲用之給水管路不得與其他用途管路相連接，其放水口應與各種設備之溢水面保持適當之間距，或裝置逆流防止器。
- 7) 、給水管路不得埋設於排水溝內，並應與排水溝保持十五公分以上之間隔；與排水溝相交時，應在排水溝之頂上通過。
- 8) 、貫穿防火區劃牆之管路，於貫穿處二側各一公尺範圍之內，應為不燃材料製作之管類。但配置於管道間內者，不在此限。
- 9) 、左列設備之出水口，應用間接排水，並應保持五公分以上之空隙：
  - (a) 冰箱、冰櫃、洗滌槽、蒸氣櫃等有關食品飲料貯存或加工之設備。
  - (b) 給水水池及水箱之溢、排水管。
  - (c) 蒸餾器、消毒器等消毒設備。
  - (d) 洗碗機。
  - (e) 安全閥、蒸氣管及溫度超過攝氏六十度之熱水管。
- 10) 、排水系統應裝存水彎、清潔口、通氣管及截留器或分離器等衛生上必要之設備。

- 11)、未設公共污水下水道或專用下水道之地區，沖洗式廁所排水及生活雜排水皆應納入污水處理設施加以處理，污水處理設施之放流口應高出排水溝經常水面三公分以上。
- 12)、沖洗式廁所排水、生活雜排水之排水管路應與雨水排水管路分別裝設，不得共用。

#### 自來水用戶用水設備標準第二條

本標準所稱之用戶管線，包括：進水管：由配水管至水量計間之管線。受水管：由水量計至建築物內之管線。分水管：由受水管分出之給水管及支管。與衛生設備之連接水管。

#### (D) 給排水管施工部分相關法規

- (1) 中國國家標準(CNS)－我國給排水管施工規範根據(因內容過多只列出標題)其分為管及管件、保溫材料、閥類、水泵、水槽、熱水設備、衛生器具。

#### (E) 國外給排水管部分相關規範

##### (1) 美國標準協會(ANSI)

- (a)ANSI/ASME B16.23 鑄銅合金軟焊接頭排水管配件－DWV
- (b)ANSI/ASME B16.29 鍛銅及鍛銅合金軟焊接頭排水管配件－DWV
- (c)ANSI/ASME B31.9 建築物用配管
- (d)ANSI/ASME B32 軟焊焊條
- (e)ANSI/ASME C700 超強度、標準強度及多孔陶管
- (f)ANSI/AWWA C105 水或其他流體用灰鑄鐵及延性鑄鐵管之聚乙烯護層
- (g)ANSI/AWWA C110 水或其他流體用延性鑄鐵及灰鑄鐵管配件，3吋-48吋
- (h)ANSI/AWWA C111 延性鑄鐵及灰鑄鐵壓力管及管配件用

之橡膠墊片接頭

- (i)ANSI/AWWA C151 水或其他流體用延性鑄鐵管，以金屬模心式或砂襯模鑄造
  - (j)ANSI/AWS D1.1 結構焊接法規
  - (k)ANSI/ASME D2466 聚氯乙炔 (PVC) 塑膠管配件，厚度 SCH. 40.
  - (l)ANSI/ASME D2467 聚氯乙炔 (PVC) 塑膠管配件，厚度 SCH. 80.
  - (m)ANSI/ASME SEC. 9 焊接及硬焊資格檢定
- (2) 美國材料試驗協會 (ASTM)
- (a)ASTM A53 黑鐵及熱浸鍍鋅鋼管，有縫及無縫
  - (b)ASTM A74 污水鑄鐵管及管配件
  - (c)ASTM A120 黑鐵及熱浸鍍鋅鋼管，有縫及無縫，供一般用途使用
  - (d)ASTM A234 鍛造碳鋼及合金鋼管配件，供中、高溫度範圍使用
  - (e)ASTM B88 無縫給水用銅管
  - (f)ASTM B306 排水用銅管 (DWV)
  - (g)ASTM C425 陶管及管配件用壓接接頭
  - (h)ASTM C564 污水鑄鐵管及管配件用橡膠墊片
  - (i)ASTM D1785 聚氯乙炔 (PVC) 塑膠管，壁厚 SCH. 40，80 及 120
  - (j)ASTM D2235ABS 塑膠管及管配件用接合溶劑
  - (k)ASTM D2241 聚氯乙炔 (PVC) 塑膠管 (SDR-PR)
  - (l)ASTM D2513 熱塑性瓦斯壓力管及管配件
  - (m)ASTM D2680ABS 及聚氯乙炔 (PVC) 合成下水管
  - (n)ASTM D2683 聚乙烯 (PE) 管套接式管配件
  - (o)ASTM D2729 聚氯乙炔 (PVC) 下水管及管配件

- (p)ASTM D2751ABS 下水管及管配件
- (q)ASTM D2855 聚氯乙炔 (PVC) 管及管配件溶劑接頭之製作
- (r)ASTM D3033PSP 型聚氯乙炔 (PVC) 下水管及管配件
- (s)ASTM D3034PSM 型聚氯乙炔 (PVC) 下水管及管配件
- (t)ASTM F477 塑膠管接合用彈性密封劑 (墊片)
- (3) 美國焊接工程協會(AWS)  
AWS 5.8 硬焊金屬填料
- (4) 美國自來水工程協會(AWWA)AWWA C601 水及廢水之標準檢查法
- (5) CAST IRON SOIL PIPE INSTITUTE U. S. A. (CISPI)CISPI 301  
衛生系統用套接鑄鐵污水管及管配件
- (6) 日本工業規格 (JIS)
- (7) 日本水道協會規格 (JWWA)
- (8) 日本水道鋼管協會規格 (WSP)

附錄 表 1、給排水設備相關法源整理表

類別	法源	相關法令規範之條文	
材質	建築技術規則	總則編第四條	
		建築設備編第二十七條	
		建築設計施工編第二百四十七條	
	自來水用戶用水設備標準	第十九條	
		第二十條	
		第二十四條	
		第二十五條	
		第二十六條	
	設計	自來水用戶用水設備標準	第三條
			第十八條
第二十九條			
自來水法		第五十六條	
建築技術規則	建築設備篇第二十九條		
審查	政府採購法	第二十六條	
	自來水法	第五十條	
		第五十六條	
		第五十七條	
		第九十三條	
施工	自來水用戶用水設備標準	第二十三條	
		第二十四條	
		第二十五條	
		第二十六條	
		第三十條	
	中國國家標準		

(資料來源：本研究整理)



## 附錄二 管線問題手冊之格式

區分	分類	現象概述	A1.01
給排水	腐蝕、漏水		

現象	
發生 狀況	
原因	
解決 對策	

建築物管線老化、劣化檢測修復

### 附錄三 期中報告審查意見回覆

建築物管線老化、劣化檢修復期中審查會議	
審查委員意見	意見回覆
1. 研究報告之撰寫格式應與服務建議書有所區隔，如「將」、第二章第五節之「預期成果」等字眼宜修改之。	依委員意見，已於報告修正。
2. 因管線配置與建築物之類型、規模、用途等而有顯著差異，本報告所研究之建築物對象為何，宜界定之。又其他管線如電、瓦斯等，建議可納入研究範圍。	依委員意見，本研究以集合住宅為對象。本研究依計劃書以給排水管為主要研究對象。
3. 期中報告第7頁表2-1中，其「劣化模式」、「發生原因」之歸類仍有再酌之必要。	依委員意見，已於報告書刪除。
4. 現地調查之計畫為何，請補充說明其內容；另後續規劃進行的專家訪談部分，其專家學者之專業領域亦請說明。	依委員意見，已於報告中說明。
5. 有關管線老、劣化檢測修復，建議其研究主軸為老、劣化的現象出現後，推斷發生原因，再找因應(或修復、防治)的對策，建請考量。另經由本研究調查統計結果，可統計管線各種老、劣化現象之發生率，建議於報告中補充之。	依委員意見，原因及因應對策於手冊中做說明。
6. 經簡報得知目前已尋得三百餘則管線常見缺失，並欲彙整為至少三十則。然其彙整原則為何，宜說明之。	依據設計、施工、環境、材質、使用面向為彙整原則。
7. 露明瓦斯管的老化、劣化所可能	本研究依計劃書以給排水管為主

<p>帶來的危害，遠甚於給、排水管的 老化、劣化，但整份期中報告卻完全 著眼於給、排水管線老化、劣化之 探討，只有在第 14 頁約略提到當 水管位於電氣管上方，而發生漏水 時將影響電氣管線之正常功能及 安全性。本研究計畫「建築物管線 老化、劣化檢測修復」所稱之建築 物管線，依甲方之要求，是否僅以 給、排水管線為研究對象，請說明。</p>	<p>要研究對象，暫不考慮其瓦斯管。</p>
<p>8. 期中報告第 7 頁表 2-1「各種劣 化模式及可能發生的原因整理表」 內，其歸類及敘述有待釐清，建議 重新再整理表 2-1 之內容，並輔以 適當簡明的文字敘述，避免文字過 於精簡而造成語意不明。</p>	<p>依委員意見，已於報告書刪除。</p>
<p>9. 期中報告第 3 頁圖 1-2「研究流 程圖」，最左邊所區分之「資料收 集」、「數據資料分析」以及「結 論及建議」等三個階段，與流程圖 顯示之本研究計畫進行之內容有 所出入，例如將「建築物管線老 化、劣化檢測修復」納入「資料收 集」階段之流程之一，似有不妥。</p>	<p>依委員意見，已於報告中修正。</p>
<p>10. 以下僅就期中報告第 12~28 頁 研究團隊有關常見管路問題之探 討內容已完成部分之內容，提出三 點意見： (1) 期中報告第 12 頁有關「人為設 計不良」第四種情況：與「A1 設 計面向：人為設計不良」之標題重 複；再者，「減壓閥失效」歸類為 「人為設計不良」之妥適性，亦有</p>	<p>依委員意見，已於報告中更正。</p>

<p>待商榷。(2)期中報告第 13 頁與期中報告第 17 頁，上述兩種情況，研究團隊均賦予相同意思的子標題—「管路敷設無坡度」，然前者係將其歸因為「人為設計不良」，後者則歸因為「施作不當」，是否合理，請說明。(3)常見管路問題探討所列舉之各種情況，研究團隊所賦予之子標題，實際上並無法完全表達「主要原因」欄位想表達之內容</p>	
<p>11. 期中報告第 4 頁圖 1-3「建築物管線老化、劣化檢測修復研究範圍」明確指出僅「修復技術與工具」是本研究欲探討之範圍，與甲方委託之研究課題包括「檢測」與「修復」兩部分有落差。</p>	<p>依委員意見，已於報告中第 5 頁更正。</p>
<p>12. 期中報告第 8 頁第 1~2 行提到： 研究團隊先是指出「鍍鋅鋼管+PVC 管」之組合，是臺灣地區 30 年來熱水給水配管使用最多之材料；復指出鍍鋅鋼管亦是臺灣地區 30 年來熱水給水配管使用最多之材料，似有前後矛盾之情形。再者，上段所稱之文獻，係於西元 1997 年之調查資料，距今已有十年之久，而該統計資料僅是 113 戶之統計結果，研究團隊在無其它更進一步佐證資料下，卻逕下結論，近三十年臺灣地區熱水給水配管使用最多之材料及所佔之比例，仍與十年前之調查結果相同，該結論之正確性實有待商榷。</p>	<p>依委員意見，已於報告書刪除。</p>

<p>13. 本研究分析管線老、劣化之可能產生缺失及變因，似較集中於「設計」及「施工」面向，建議應再考量「使用」面向，以求周延。</p>	<p>依委員意見，已於報告書中第 14 頁加入考量。</p>
<p>14. 期中報告表 2-1 之「發生原因」有部分項目不合適，建議可再調整。</p>	<p>依委員意見，已於報告書中刪除。</p>
<p>15. 一般民眾常接觸的是建築物發生管線老、劣化之「現象」，而無法直接瞭解其「原因」。建議本研究能以「原因」→「現象」→「結果／影響」→「對策」→「改進方案」→「日後應注意事項」加以呈現，以使成果能更具價值。</p>	<p>於手冊中，依「主要原因」、「現象」、「對策」為問題呈現方式。</p>

## 附錄四 期末報告審查意見回覆

建築物管線老化、劣化檢修復期末報告審查會議	
審查委員意見	意見回覆
1. 本研究實質內容及核心技術，即「設施管理」(facility management)，此一領域已累積相當的知識與技術，宜在適當章節詳述，並附上案例討論。	依委員意見，經調查及手冊中討論案例。
2. 本案宜對政府部門提出訂定規範項目之建議，可依此項目要求各相關管線行業提供必要的使用、維護，及生命週期之基本資料，以供設施管理單位執行。	依委員意見，列為後續研究之建議。
3. 本案對於管線問題重要度問卷調查與分析，除了問題確認、問卷設計與分析方法相當重要，須於報告中詳述之外，訪談對象的樣本及取樣則關係到取得資訊的有效性與否，會影響結果之判讀，因此建議在成果報告中，除補述分析結果外，對於取樣方法亦請補充於第四章中。	依委員意見，已於報告中補充。
4. 報告初稿第五章之結論中，整體而言顯得過於薄弱，並未將本研究案執行結果作一總結，宜修正之。	依委員意見，已於報告中修正。
5. 報告初稿之圖 2-5 中，部分因果關係宜再斟酌，如「管材強度」非為「管材劣化的現象」。又圖 3-3 之檢測診斷流程圖中，自「開始」後可不經任何程序即達「結	依委員意見，已於報告中修正。

<p>束」，是否有誤？宜再檢討。</p>	
<p>6. 建議報告初稿表 3-4 仿照表 3-5，增列清洗排水管之「主要方法／時機」，以提供民眾、業者欲進行排水管清洗時參考。另報告初稿第 53 頁至第 56 頁「改修基本流程」，建議將「詢問業主需求」、「配管的診斷」二階段再予補充，以求周延；又「詢問業主需求」等前期階段建議轉換為自主檢核表，「施工設計」等後期階段建議轉換為檢核清單，以利日後使用。</p>	<p>依委員意見，已於報告中修正。</p>
<p>7. 報告初稿第四章為問卷調查與分析，宜以「問卷設計」作為第一節之論述，以解釋製作問卷的緣由、問卷項目如何形成為主要內容。又本報告利用 AHP 層級程序分析法，而以圖 4-1 中，一個面向只有一個選項之情況是否合適？另第 60 頁第一層級的權重值，是否符合 AHP 分析法？建請考量。</p>	<p>依委員意見，已於報告中說明。</p>
<p>8. 本研究案之訪談對象為 34 位，請說明訪談對象之身分，以瞭解不同角色對於管線維護的看法。</p>	<p>依委員意見，已於報告中增列說明。</p>
<p>9. 附錄「管線常見問題手冊」中，所列「現象」及「主要原因」應再檢討其合適性，以免造成使用者閱讀時混淆。如手冊第 2 頁之「配管過長且無設伸縮接頭」應非歸於「現象」，而應歸為「原因」。</p>	<p>依委員意見，已於報告中修正。</p>
<p>10. 各種管線之老化、劣化，涉及各項材料之生命週期、保養、更新與維護管理等多重因素，而管線最</p>	<p>依委員意見，已於報告中修正。</p>




大問題點在於使用管理。建議維護管理修復技術納入考量。	
11. 建議手冊以使用者、維管單位的維護管理角度撰寫，而非建商、材料商的角度編寫。另建議增列維護管理公司及消費使用者為本案之訪談對象。	依委員意見，手冊以設計、施工、材料等為分類原則，因此依各角度為撰寫對象。
12. 本案訪談對象 34 位，多數集中於管理單位（建設公司），與實際執行保養、維護、維修、更新事務之施工端存有落差，建議適度調整訪談對象身分之比例。	訪查對象含括設計、施工與維護之單位，應符合本問卷設計之目標，委員之意見將納入後續計畫之參考。
13. 報告初稿第 34 頁中提及，檢測工具建議採用「UT 超音波探傷器」，無法測得普遍存在之漏水現象，是否可輔助其他物理性檢測方法？	請參考前一報告有詳列其他物理性檢測方法，以輔助「U T 超音波探傷器」。
14. 建議將報告初稿第 53 頁之圖 3-5「D. 實施設計」改為「D. 改善方案」，似較合宜。	依委員意見，已於報告中修正。
15. 目前建築物管線的設計型式，多與牆壁、樓板構築為一體。建議可於本案中探討在建築管理法令上，如何考量管線抽換。	依委員意見，列為後續研究之建議。
16. 漏水之非破壞性檢測方法有很多種，如 RT、PT、UT 等，每一種方式檢測之可靠度、費用如何？請說明之。	依委員意見，已於報告中說明各檢驗方法之比較。
17. 管線損害到達何種程度必須抽換？請說明之	依委員意見，經日本研究文獻當管厚減薄到一半時，進行抽換。

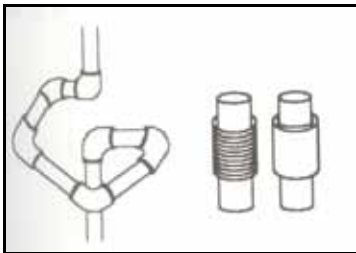
建築物管線老化、劣化檢測修復

## 附錄五 建築物管線常見問題手冊

區分	分類	管材埋設在建築結構內	A1.01
設計 面向	人為設計不良		

現象	為節省、美化空間，將配管設備埋置結構體中		
主要原因	設計時規劃不慎，造成管材埋設結構體內。		
結果	<p>不便檢護維修，當一旦漏水容易形成全面腐蝕，甚影響建築結構。</p> 		
解決對策	建議在設計階段即設置管道間以利日後維護修理集中管理。如必須埋設，應在管外加設套管，這樣可以解決套管敷設和更換管線。		



區 分	分 類	無設伸縮接頭	A1.02
設計 面向	人為設 計不良		

現 象	配管過長造成管體變形或斷裂		
主要 原因	<p>由於熱水溫度變化之影響，會使管材產生伸縮，此伸縮將導致管線變形破壞，裝設伸縮接頭為一般熱水管脹縮之處理方式。</p>  <p>The diagram illustrates the concept of thermal expansion and contraction in pipes. On the left, a pipe is shown with several expansion joints (bellows) that allow the pipe to flex and absorb length changes. On the right, two individual expansion joint components are shown: one with a threaded section and one with a smooth section, demonstrating how they are used to connect pipe segments.</p>		
結 果	<p>因熱脹原理造成管體變形或斷裂，對於管內附著物長時間堆積關係，恐造成阻塞而影響流量多寡。在無裝設伸縮接頭情況下，若管體其中一段損壞將必須將管體截除某段，重新配管安裝，費時費工。</p>		
解決 對策	<p>於熱水管配管中，避免熱脹原理影響，使用銅管時每 20cm 應設置一組；鋼管應每 30cm 設置一組伸縮接頭。</p>		


區 分	分 類	洩水坡度不足	A1.03
設計 面向	人為設 計不良		

現 象	積水或牆壁滲水		
主要 原因	<p>1. 室內熱水橫管敷設時沒有坡度。</p> <p>2. 污水管線坡度不合理，甚至局部有倒坡現象。</p>		
結 果	<p>1. 配管沒有坡度將不便於洩水、輸水，導致管內積水，斷水很可能是因為積水衍生出來的。</p> <p>2. 配管坡度不足將影響排水不暢，出現堵塞、附著物堆積引發銹蝕現象。</p>		
			
解決 對策	適當的排水坡度應該是以管內水流流速達到 0.6~1.2m/s 的程度為標準。		

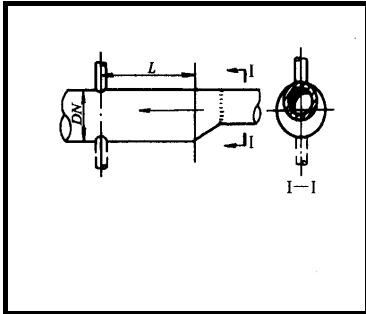
區 分	分 類	管線重疊交錯；相互貼近	A1.04
設計 面向	人為設 計不良		

現 象	設計不慎引起管線重疊交錯、相互貼近等問題		
主要 原因	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 在設計階段中未審慎計算考量，隨意配置導致管線過於貼近。</li> <li>2. 因設計疏忽造成管線重疊多層，影響混凝土澆置。</li> </ol>		
結 果	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 造成鋼筋保護層不足，易產生表面龜裂之現象。</li> <li>2. 造成灌漿後產生蜂窩之現象，嚴重影響結構體強度。</li> </ol> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>		
解決 對策	依據（崔征國，圖解供排水衛生施工圖）對於混凝土與配管間隔可透過查表方式得到最小間隔。		

區分	分類	搭接不良	
設計 面向	人為設計不良	(長度不足、銜接彎管角度不當)	A1.05


現象	管材拱起或歪斜現象		
主要原因	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 排水管與排水橫管銜接彎管大於四十五度。</li> <li>2. 配管裁剪未依設計圖製作，有拱起或歪斜的現象。</li> <li>3. 設計圖畫設之管材長度不足，水管接合處套入(搭接)長度不足而脫落，造成漏水。</li> </ol>		
結果	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 易造成阻塞，積水問題而影響管材壽命。</li> <li>2. 影響填縫作業平整度要求，拱起或歪斜易受外力損壞。</li> <li>3. 因漏水而產生銹蝕現象。</li> </ol> <div style="text-align: center;">  </div>		
解決對策	<p>超過 45 度之配管有以下規定：                  設置之排水橫支管，需距離配管折曲管 600mm 以上。</p>		

區 分	分 類	管徑配置不合規範	A2.01
設計 面向	未引用 設計規 範		

現 象	管徑變化不合規定形成管內壓力增大		
主要 原因	管徑配置未先考慮流速而決定管徑，管徑變化不合規定，突然增加或縮減管徑。		
結 果	<p>當流量突然增大或縮減，皆增加管內壓力，形成應力腐蝕，破壞管材強度。</p> 		
解決 對策	考慮流速以及流量與水力坡度可求出硬質塑膠管的流量表，透過此方法可決定配管管徑。		



區 分	分 類	配置位置不合規範	A2.02
設計 面向	未引用 設計規 範		

現 象	管道間未排列整齊形成管線混亂現象		
主要 原因	因設計上的疏忽，管道間配管雜亂無章如同廢棄物般配設。		
結 果	<p>當管線漏水需維修、維護時，其施工及檢測皆不便。</p> 		
解決 對策	於設計、施工階段謹慎規劃監督。		

區 分	分 類	流速過大或流量變化大	A2.03
設計 面向	未引用 設計規 範		

現 象	管徑流速變化大使管內壓力增加
主要 原因	流速過大(>1.5m/s)或流量變化大，破壞管內防蝕表面。
結 果	管內防蝕表面遭破壞，造成局部銹蝕。
解決 對策	流速大小以及流量與水力坡度皆息息相關，要針對每個因素做評估判斷才能對症下藥。


區 分	分 類	高低水位差不足	B1.01
施工 面向	施作 不當		

現 象	施工中沒注意高低差而造成虹吸作用
主要 原因	進水口高度低於最高水位，因虹吸作用污染進水管。
結 果	化學性污水進入使管內腐蝕受損。
解決 對策	依據（崔征國，圖解供排水衛生施工圖）一般供水配管常用坡度為 1/100~1/200，排水管徑 65mm 以下，最小坡度為 1/50。

區 分	分 類	裝修施工振動過大	B1.02
施工 面向	施作 不當		

現 象	配管破裂或接頭鬆脫造成漏水		
主要 原因	內部裝修施工時因振動過大造成管材受損或接頭鬆脫。		
結 果	<p>導致樓板內配管破裂或接頭鬆動而漏水，漏水將引發水漬白華現象出現。</p> <div data-bbox="534 1108 1228 1467" data-label="Image"> </div>		
解決 對策	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 接著劑塗佈後應速將管子套入相接用的套管內並保持不動，不可使管子有抽(脫)出的現象。</li> <li>2. 套入套管(搭接)長度應足夠，套入時應預留足夠長度。</li> </ol>		


區 分	分 類	接著劑塗佈過少	B1.03
施工 面向	施作 不當		

現 象	接合劑塗抹量太少，滲漏水問題發生		
主要 原因	配管接頭施工時，接著劑塗佈過少接合性差，若經震動或敲擊即分開。		
結 果	<p>AB 膠用量不足或不均勻，而出現滲漏水問題。</p> 		
解決 對策	<p>管材垂直裁切並小心修整，接合時應將接合面的水份、油份清除乾淨，塗佈接著劑時應由接合處往後均勻塗佈，塗佈後相接的套管要保持不動。</p>		



區 分	分 類	管體無支撐或不良	B1.04
施工 面向	施作 不當		

現 象	管材鬆動脫落造成損壞現象
主要 原因	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 外水引入管體無支撐。</li> <li>2. 使用一段時間後支撐鬆動而脫落而損壞。</li> <li>3. 銅管給水管道系統立管底部架空時，立管底部無加固定措施。</li> </ol>
結 果	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 當地盤下陷、震動時，接頭容易鬆脫而漏水。</li> <li>2. 支撐脫落損壞導致漏水現象發生。</li> <li>3. 銅管自重大、強度、剛度較低，系統運行時易出現接口滲漏、管道變形。</li> </ol>
解決 對策	應在底部設支墩或採取其他固定措施。

區 分	分 類	噴漿前無保護管材措施	B1.05
施工 面向	施作 不當		

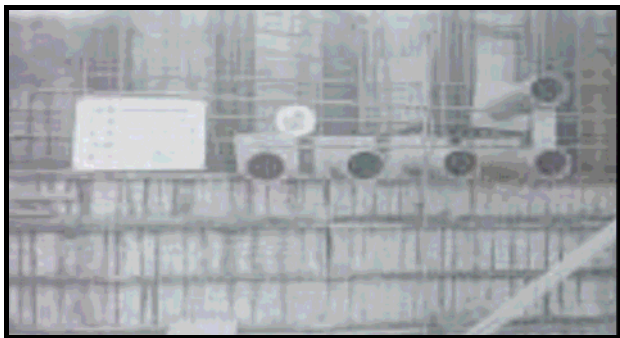

現 象	管材受堵塞，影響水流量		
主要 原因	排水管系統安裝完畢後，土建進行噴漿之前，對於 管材開口部分無保護措施。		
結 果	灰塵、塗料等雜物污染排水管線或管內傾入混凝土 堵塞管內，甚至損傷排水管線。  		
解決 對策	於混凝土澆置時，將開口部分用膠帶或任何填封物 封堵管口。		

區 分	分 類		
施工 面向	施作不 當	管線穿樑位置、管材淨距不 當	B1.06


現 象	樑出現龜裂，影響強度		
主要 原因	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 管線穿樑不正確。</li> <li>2. 穿樑位置及管間淨距不當。</li> <li>3. 施工過程管線無法配合開口位置因此重新鑿掘開口。</li> </ol>		
結 果	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 嚴重破壞大樑結構，影響安全性。</li> <li>2. 原有開口位置可能會造成鋼筋鏽蝕問題。</li> </ol> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>		
解決 對策	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 儘可能從樑下(外)通過，萬不得已需穿樑時，須在樑澆置混凝土前預留套管。</li> <li>2. 樑上開孔應儘量靠近跨度中央 <math>1/2L</math> 處。</li> <li>3. 若管徑甚大，樑深無法滿足限制時，應報設計單位另行調整。</li> </ol>		



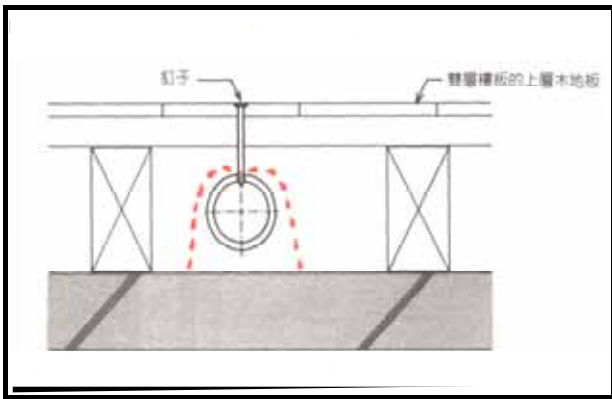
區 分	分 類	填縫施作不完全	B2.01
施工 面向	填縫作 業不良		

現 象	牆面出現滲水現象		
主要 原因	穿牆時套管與接管之間無止水套管或止水隔件止水。		
結 果	<p>防水層功用無法發揮，形成漏水腐蝕。</p>  		
解決 對策	穿越外牆之管線於澆置前，應先預埋附止水環之套管，以防止水沿著管線滲入。		

區 分	分 類	樓板、牆洞無填縫材	B2.02
施工 面向	填縫作 業不良		

現 象	鑿孔處無填縫材		
主 要 原 因	當配管穿越牆洞時，對於樓板及牆洞鑿孔處不加填縫材進行封堵動作。		
結 果	<p>樓板、牆洞無封堵，造成上下層密封性差，形成上下層漏水。不符合建築防火規範，一旦發生火災，造成火勢蔓延。</p> 		
解 決 對 策	堵牆樓板用填縫材不能低於牆、樓板的強度。		

區 分	分 類	釘子打入管材而破損	B3.01
施工 面向	人為施 工技術 不良		

現 象	牆面滲水出現		
主要 原因	雙層樓板中鋪設於下層樓板上的自來水管產生漏水，其因為施工期間釘子不慎打破管材。		
結 果	<p>雙層樓板之上層版施工時釘子釘到鋪設在下層樓板上的配管，時間一久釘子生鏽配管即產生漏水現象。</p> 		
解決 對策	配管施工完成時以及竣工時應確實實施試壓作業。在施工時，釘子長度應統一(不會釘到配管的長度)，配管位置與打釘子位置錯開。		


區 分	分 類	搬運受外力破損	B3.02
施工 面向	人為施 工技術 不良		

現 象	管材出現破損現象		
主要 原因	管材在搬運、裝卸、回填時，吊鉤方式不當造成管材受外力破損。		
結 果	<p>管材摔壞、碰裂等現象，皆會影響工作進度及施工品質。</p> <div style="text-align: center;"> <p>a)</p> <p>b)</p> </div>		
解決 對策	<p>管件應採用平吊或專用工具進行吊裝。裝卸時應輕裝輕放，運輸時應綁牢，接口及鋼管內外防腐層應採取防護措施。</p>		

區 分	分 類	管 材 包 覆 不 具 保 護 作 用	B3.03
施 工 面 向	人 為 施 工 技 術 不 良		

現 象	包 覆 材 隨 意 採 用 膠 帶 充 數		
主 要 原 因	熱 水 管 管 外 包 覆 材 不 具 防 熱 散 失 和 保 護 作 用 。		
結 果	<p>易 使 管 材 熱 能 散 失 且 不 具 保 護 作 用，管 材 因 此 而 容 易 損 害 破 損。</p> 		
解 決 對 策	確 實 採 用 具 保 溫 功 效 材 。		

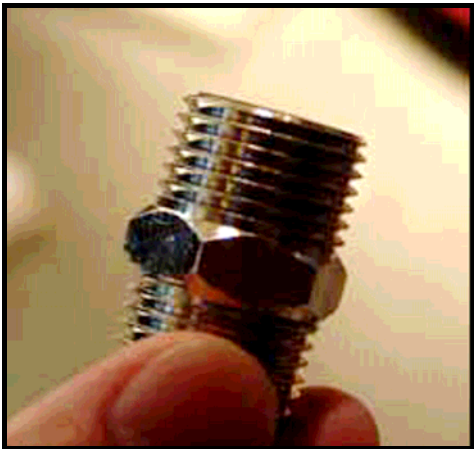
區 分	分 類	人為測試加壓方式錯誤	B3.04
施工 面向	人為施 工技術 不良		

現 象	水量忽大忽小，不穩定		
主要 原因	配管完成後測試加壓方式未依據規範進行檢測。		
結 果	<p>日後使用過程中水壓過大或水量不足，水量呼大呼小使管材受力不均而失去性能。</p> 		
解決 對策	每層樓完工後試水試漏，測驗水壓 10kg/cm <sup>2</sup> ，經一小時後不漏水為合格。		

區 分	分 類	附件連接不嚴密	B3.05
施工 面向	人為施 工技術 不良		

現 象	地中埋設管積水、漏水現象出現
主 要 原 因	地中埋設給水管或閘門等附件連接不嚴密。
結 果	附件連接不嚴密而造成管線滲水、漏水導致銹蝕。
解 決 對 策	無論何種形式的埋地給水管施工時，應確保各類接口的嚴密性，只有壓力試驗合格後，方可回填。

區 分	分 類	鎖牙轉太緊或太鬆	B3.06
施工 面向	人為施 工技術 不良		

現 象	接管處無法緊密接合		
主要 原因	牙接處因車牙太鬆或是鎖牙時轉太緊，造成接合功能失效。		
結 果	<p>車牙太鬆或是鎖牙時轉太緊，使得管材彎頭破裂導致漏水，無法緊密接合。</p> 		
解決 對策	栓緊管材時施加力量要恰當不要使用蠻力硬性強行扭轉。		




區 分	分 類	水質含有其他元素	C1.01
環境 面向	所處環 境不良		

現 象	管內堆積附著物，影響水流量
主要 原因	不銹鋼管因水質中含有鹽素、硫酸根離子等，急易構成管內附著物增加影響管體厚度。
結 果	管內產生結垢下方孔蝕，管材厚度銳減，當管材厚度減薄一半時將要進行更新動作。
解決 對策	根據自來水水質規定，檢驗其水質所含元素是否有過量現象。

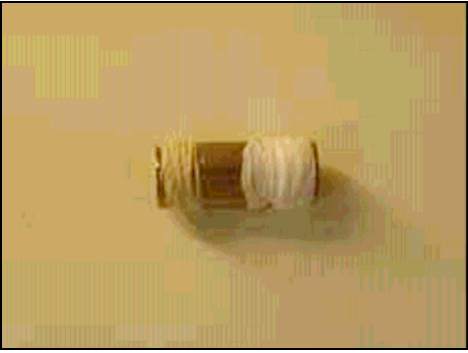
區 分	分 類	埋管布置在受重壓重物下	C1.02
環境 面向	所處環 境不良		

現 象	停水現象
主 要 原 因	地下埋設給水管布置在受壓重物的下面。
結 果	可能給水管壓壞，造成供水中斷，難以維修。
解 決 對 策	埋地給水管道不得布置在受壓重物的下面，以免管線壓壞。有些特殊情況不可避免時可與相關部門協商，採取特殊有效的技術措施。


區 分	分 類	填縫材老化	C2.01
環境 面向	環境與 日久變 化		

現 象	縫隙填充材老化，漏水現象出現		
主要 原因	汙水管與地板間之防水填縫劑也常因為使用者使用酸性清潔劑，而產生硬化或萎縮的現象。		
結 果	<p>當填縫材產生硬化或萎縮現象時已不具功性，造成滲漏水之問題。</p> 		
解決 對策	對於強酸強鹼等物質盡量避免使用，無論針對管線生命或本身健康而言皆少碰觸為佳。		

區 分	分 類	止水帶鬆脫或變形	C2.02
環境 面向	環境與 日久變 化		

現 象	管材接合處漏水，無法止水		
主要 原因	在牙接處纏繞止水帶其止水帶鬆脫或變形。		
結 果	<p>止水帶因遇熱久了或重複反覆進行栓鎖動作產生鬆脫，無法接合。</p> 		
解決 對策	改以使用棉線纏繞牙再繞上止水帶，最後再進行接合。		

區 分	分 類	軟管破裂或腐蝕	C2.03
環境 面向	環境與 日久變 化		

現 象	軟管出現漏水		
主要 原因	熱水腐蝕高壓軟管，或是軟管破裂。		
結 果	<p>給水管內附著物堆積形成鏽塊出現，使給水管與浴缸水龍頭漏水。</p> 		
解決 對策	更新軟管，一併檢察水質元素含量是否超過規定。		


區 分	分 類	接頭生鏽破裂	C2.04
環境 面向	環境與 日久變 化		

現 象	管線頭生鏽，引起漏水		
主要 原因	管線接頭日久接觸空氣、水等產生鏽蝕。		
結 果	<p>生鏽高壓軟管引起漏水現象。</p> 		
解決 對策	若為明管即進行更新生鏽配管，確保用水品質。		

區 分	分 類	表面粗糙日久積垢	C2.05
環境 面向	環境與 日久變 化		

現 象	水量減少並出現不明漂浮物		
主要 原因	給水管內因附著物堆積堵塞及日久積垢。		
結 果	<p>污垢沉積，管內厚度減薄，沉積物引起腐蝕。</p> 		
解決 對策	可透過管內清洗方式或是配管防腐蝕技術進行修復動作。一般管材用久了皆需要有清洗機制，就像每年身體健康檢查一樣。		

區 分	分 類	保溫材日久劣化	C2.06
環 境 面 向	環 境 與 日 久 變 化		


現 象	保溫材日久受損，出現剝離狀況		
主 要 原 因	管材為於陽光日曬處，熱水管保溫材損傷或日久劣化。		
結 果	<p>保溫材剝離脫落，導致保溫效果降低或喪失。也很可能造成人員不注意而燙傷等，必須詳加注意。</p> 		
解 決 對 策	一旦發現保溫材不堪使用就要快速更新，並做好平日維護工作。		



區 分	分 類	PVC 管材受紫外線照射脆化	C2.07
環 境 面 向	環 境 與 日 久 變 化		

現 象	PVC 管材破裂，不具輸排水功能		
主 要 原 因	屋頂 PVC 給水管受紫外線直接照射，輕輕敲擊就會破裂。		
結 果	管材造成脆化而漏水，破裂管材無法繼續使用。		
解 決 對 策	此時管材已達生命週期年限，不堪使用狀態，需更新配管。		

區 分	分 類	管材變質(受熱溫度過高)	D1.01
材料 面向	管材品 質不良		

現 象	管材變質(受熱溫度過高)		
主要 原因	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 熱水管採用塑膠襯裡鋼管因溫度過高(<math>&gt;50^{\circ}\text{C}</math>)。</li> <li>2. 給水用硬聚氯乙烯(PVC-U)塑料管作為熱水供應管材。</li> </ol>		
結 果	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 塑膠剝離而生銹。</li> <li>2. 硬聚氯乙烯(PVC-U) 塑料管輸送溫度不超過 <math>45^{\circ}\text{C}</math> 的水，熱水供應材輸送溫度大於 <math>60^{\circ}\text{C}</math>，若硬聚氯乙烯(PVC-U) 塑料管作為熱水供應材，管材將遭到損壞。</li> </ol>		
			
解決 對策	應採用耐熱管材施作。		

區 分	分 類	接頭不良(損傷、鬆脫)	D2.01
環境 面向	材料接 合性差		

現 象	接頭受損無法發揮接合功能
主要 原因	接頭在製作或施工時損傷，或栓固時應力集中現象，導致破壞。
結 果	受損之接頭不具任何功效，加上應力破壞可能為日後弱面破壞點。
解決 對策	損傷程度太嚴重將無法繼續使用，需配置新接頭。

建築物管線老化、劣化檢測修復

## 參考書目

### 中文文獻

1. 黃世孟、郭斯傑、周鼎金，各級學校校舍維護管理參考作業手冊，教育部研究報告，2002，台北。
2. 李惟義，以維護觀點探討集合住宅給排水管路配設空間之研究，國立成功大學建築研究所碩士論文，2003 台南。
3. 何恭聖，住宅給排水衛生設備健康檢查之研究，國立成功大學建築研究所碩士論文，2002 台南。
4. 蕭大年，台北市住戶整建消費行為模式之研究，國立台灣科技大學工程技術研究所碩士論文，2000，台北。
5. 謝宏仁，台灣都市住宅設備現況永續性及評估系統擬議，國立成功大學建築研究所博士論文，2004，台南。
6. 陳裕益，永續發展理念下都市住宅設備現況調查分析，國立成功大學建築研究所碩士論文，2001，台南。
7. 鄭振利、江南震，台灣住宅建築給水配管的使用年限之研究以台北市六棟建築為例，中華民國建築學會「建築學報」第 36 期，PP.127~139，2001 年 4 月。
8. 江南震，住宅建築給水配管的劣化診斷與使用壽期之研究，國立台灣科技大學工程技術研究所建築設計學程碩士論文，1999，台北。
9. 楊冠雄等，建築物設備使用管理計劃與節能效益調查研究，內政部建研所籌備處，1994 年。
10. 蕭江碧等，住宅衛浴系統維修性能之調查與解析，內政部建築研究所，2004 年。
11. 「建築漏水」編輯委員會編、石正義譯，漏水問題點與解決對策—設備篇，詹氏書局，2000。
12. 「建築漏水」編輯委員會編、石正義譯，漏水問題點與解決對策—建築篇，詹氏書局，2004。

13. 神原吾市著、石正義譯，給排水設備 Q&A 改訂版，詹氏書局，2004。
14. 李孟杰，住宅生活熱水使用耗能評估與節能方法之研究，國立台灣科技大學建築系博士論文，2006，台北。
15. 陳啟中，「建築設備概論」，詹氏書局，2000。
16. 廖政治，建築給排水衛生設備配管施工標準圖實例，詹氏書局，1997。
17. 劉培智譯，腐蝕的原因與防止，台灣電力公司電力研究所，1982。
18. 林明志，學校建築生命週期履歷表之研究—以台北市國民小學為例，國立台灣大學土木工程學研究所碩士論文，1998，台北。
19. 陳瑞玲、林憲德，台灣建築生命週期使用年限調查之研究，內政部建築研究所研究報告，2001，台北。
20. 陳燕菁，學校建築維護管理制度之探討—以台北市國民小學為例，國立台灣大學土木工程學研究所碩士論文，1997，台北。
21. 張柏超，集合住宅生命週期前期之修繕模式—以建設公司之售後修繕服務為例，國立台灣科技大學建築系碩士論文，2003，台北。
22. 張智元，建築醫學之概念與應用機制研究，國立臺灣大學土木工程學研究所博士論文，2006，台北。
23. 崔征國譯，「圖解供排水衛生施工圖之閱讀法、繪製法」，詹氏書局，1992。

## 外文文獻

1. 安孫子義彥，1997，配備配管の診斷と改修讀本，日本建築設備診斷機構。
2. 種田稔等，1989，配備配管の改修と耐久設計，彰國社
3. 田中昇，1990，配管漏水とどトラブル事例，設備と管理 90'
4. 井上宇市等，1995，建築設備の維持保全と劣化診断，財團法人經濟調查會
5. 牧野茂，1987，建築設備の健康診断，學藝出版社

6. 大塚雅之，1998，建築設備系の更新診断，日本建築學會梗概集
7. 佐藤文人，1991，建物更新における社會的要因の影響分析，建築學會梗概集。
8. 空氣調和、衛生工學會編，空氣調和、給排水衛生設備維持管理の實務の知識，2005。
9. 空氣調和、衛生工學會編，空氣調和、給排水衛生設備施工の實務の知識，2005。
10. 關 五郎 編，空調、電氣、衛生設備の劣化診断と對策，2006。
11. 日本建築設備診斷機構編，設備配管の診斷、改修實務，2005。
12. 山田信亮，圖解給排水衛生設備の基礎，2006。

#### 網站

1. 速立潔科技有限公司網站

<http://goods.ruten.com.tw/item/show?11071004230111>

2007/12/12

2. 日商五常產業股份有限公司台灣分公司網站

<http://www.oasys-asia.net/>，2007/12/12

3. 君邦企業有限公司

<http://www.jin-bomb.com.tw/jb-bomb/>，2007/12/12

建築物管線老化、劣化檢測修復



建築物管線老化、劣化檢測修復

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02)8912-7890

地址：臺北縣新店市北新路三段 200 號 13 樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：蔡宗潔、鄭瑞濱、陳姿穎、邱暉仁

出版年月：96 年 12 月

版(刷)次：初版

工本費：200 元

ISBN：978-986-01-2783-6