

## 永續物業管理支援系統之開發研究

### —建築物室內消防栓系統管路劣化度診斷模式探討

楊詩弘<sup>1\*</sup>、廖文仁<sup>2</sup>、翁佳樑<sup>3</sup>、黃世孟<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 國立台北科技大學建築系 助理教授

<sup>2</sup> 國立台北科技大學建都所碩士課程

<sup>3</sup> 國立高雄第一科技大學營建系 助理教授

<sup>4</sup> 國立高雄大學都建所 教授

#### 摘要

「類人化建築醫學管理論」(張智元、黃世孟, 2004) 主張建築物的生命週期特質與人類具有高度的類似性。建築物就像人的身體, 其竣工後隨著使用時間的經過逐漸產生劣化並導致性能下降, 故需要定期實施健康檢查以防範於未然。以建築物的消防系統而言, 雖然在建築工程造價中所佔成本比例極低, 但消防如同人體的免疫防禦系統扮演著緊急防護的重要角色, 寧可千日不用, 不可一日不備, 更不能發生當用時無法發揮功效的狀況而影響生命財產的安全。

目前我國的消防系統配管多以 CNS 六四四五、四六二六等材質為主, 但其管材及配件部品受外在環境與施工品質等因素, 管材內部產生的劣化易逐漸發生導致影響系統的運作正常。然而目前我國所實施的定期消防檢查較少著重於配管系統的物理劣化檢驗, 因此無法針對管內的破壞無法早期發現進而採取對策。

有鑑於此, 本研究嘗試以消防系統設備為對象, 建立管路系統的物理劣化診斷系統: 包含診斷項目、評估方法、劣化判定基準, 並使用 30m 管內探測器以台北市一棟十二層樓之公寓大廈為對象進行案例調查。經實地演練過後, 得出建築消防立管劣化狀況雷達圖和各樓層管末劣化狀況分布, 可有效顯現出建築物整體消防系統的物理劣化狀況, 並可判斷是否應進行修繕或更高階之檢查。其診斷結果可供建築物管理者在進行建築物消防系統性能評估時之參考依據, 進而確保建築物的公共安全。此外, 經過實地演練後本研究初期所提出的診斷

系統在考量操作方式上亦進行局部修正，令系統工具更具實務性與準確性。

**關鍵詞:**生命週期、劣化、消防系統、診斷、類人化建築醫學管理論

## 一、前言

近年我國國家經濟能力的整體提昇，國民對於高生活水準的需求日益提高乃必然的趨勢。而建築物與民眾生活更是息息相關，其對品質與性能更為大眾所關切。而在構成建築物的諸多系統中建築設備扮演了維生性、安全性、舒適性與保健性等性能提供之重要角色。因此設備系統維護管理的良窳乃攸關建築物之使用品質之一大關鍵。然而設備系統可提供之性能和建築本體一樣並非亙古不變，隨著使用年數的增加將逐漸產生劣化並導致性能的低下。況且設備本身的耐用年數通常比建築軀體來得短，因此其性能出現問題或是需要維修的時機往往也早於建築物的其他部位。縱然，設備系統的劣化雖不會直接對使用者的生命財產產生立即而明顯之危險(如結構不安全所造成之倒塌)，但系統的無法作動確實也影響建築整體的使用機能與增加維護管理之成本。

倘若建築設備可於適當之時間定期進行更新、修繕等維護工作，則有助於防止系統的性能降低，並可維持建築整體的品質與價值。本研究的相關計畫成果「類人化建築醫學管理論」(張智元、黃世孟，2004) [1]中指出，建築物應仿倣人類進行定期健康檢查制度，以求早期發現問題並適時進行修繕，延長使用壽命，進而維持其資產價值。若能發展建築設備之「健康度」診斷方式，以建築物健康度理論為基礎，建構一套有關建築設備系統部分健康度之診斷模式，不僅可作為日後制訂及施行建築物劣化診斷評估準則時改良或檢討的依據，亦可供國內未來從事相關建築物評估之專業技術人員做為參考。有鑑於此，以一套有系統的診斷模式對既有建築設備的劣化狀況進行診斷調查，並以此調查結果為基礎提出有效的、合理的短期與長期的維護計劃，在現階段實具有其重要性，而定期實施建築物的劣化評估調查可預防建築物劣化導致突發的意外事件，同時可明顯降低長期維護建築物的成本費用。

目前國內對於建築設備的維護與管理方面，目前多著重於委託專業廠商進行各系統(如空調、給排水、消防、電氣等)的端末側、來源側的機器測試與點檢。

而對於扮演系統水、電、空氣之傳輸的管線部分則因權責區分或是構成因素(如暗管或管線位於難以目視或接觸之部位)往往被忽略，造成管線劣化發生至無法維修的層級時直接更換或另尋場所重新配管。這種「有病才醫」的被動回應方式，基本上無法早期發現問題且難以達到整治劣化根源，管線成為短壽命消耗材的結果，不但浪費資源與成本，另尋他處配管也易產生外觀不協調及維護管理的課題。

因應研究時程之限制，本研究在設備系統的選擇方面，現階段以消防系統的立管為優先對象進行診斷模式的試擬，下一階段則擴及至給排水衛生系統的管線劣化度與診斷方法的探討。選擇消防立管為「最重要」的理由如下所述：

1. 著眼於消防系統對於建築性能之重要性:建築物須滿足各種性能需求，但其中「安全」應最為重要。以「類人化建築醫學管理論」的觀點，消防設備如同人體的免疫防禦系統一般，扮演著緊急防護的角色，可千日不用，不可一日不備，更不可當用時，無法發揮功效。消防立管的劣化雖在平常時期不致對生命財產有立即之影響，但立管因堵塞、鏽蝕等劣化導致供水水壓產生影響或無法正常供水，火災發生時將導致不可彌補之損失。

2. 著眼於管線材質構成的特殊性:我國的消防系統配管多使用 CNS 六四四五、四六二六等規範之材質與方法。然而這些金屬系之管材及配件部品受到外在環境與施工品質等因素的作用下，須考量其管內、外所發生之劣化。

3. 著眼於立管構成與設置位置的特殊性:消防立管設置於垂直管道間為一般建築物之正常現象，然而由於其空間包被於牆體當中，即使設置檢修口也難以全面性地以肉眼判斷其外觀與固定配件的整體劣化程度。遑論以肉眼實施管內之情形。

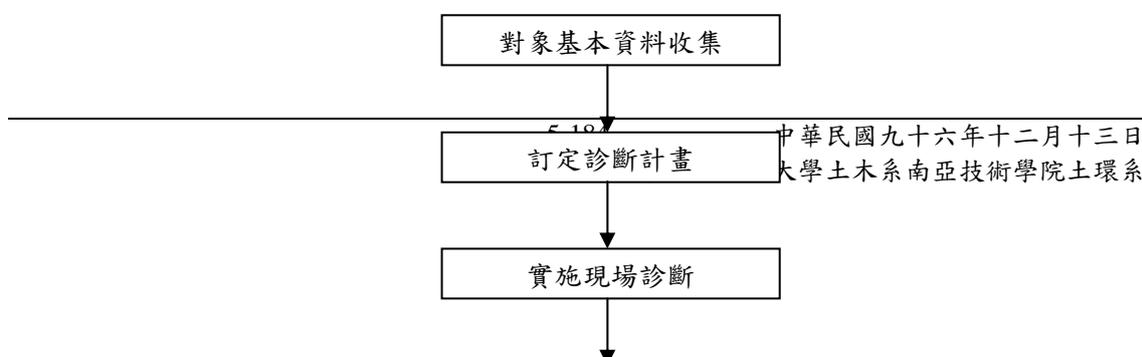
4. 著眼於目前公部門規定消防安檢項目之盲點:目前公部門針對消防法之安檢項目(以台北市消防局為例)包含防火管理、檢修申報、防焰規制、收容人數、滅火器、泡沫滅火設備、緊急廣播設備、連結送水管、室內外送水管、乾粉滅火設備、避難器具、室內排煙設備、自動灑水設備、火警自動警報設備、標示設備、緊急升降機、水霧滅火設備、瓦斯漏氣警報設備、緊急照明、緊急電源

插座等項目。其中與消防立管輸水性能有關之「室內外送水管」項目中檢查:幫浦組件是否故障、箱內裝備不足或損壞、消防栓箱操作障礙、水壓、送水口損壞程度與標示度、啟動裝置、底閥、緊急電源作動等檢查事項，換言之，著重在整體系統及外觀有否故障或標示不明，對於管體本身的物理性劣化並未觸及。

經由以上的敘述，本研究嘗試以消防系統設備的立管部分為對象，建立相關的健康檢查與劣化的項目、基準、方法與因應對策，期以使使用者或設備維護者，對於消防設備的現況，能藉由適當的工具，實際檢測評估體系有效且快速的掌握相關設備的現況性能，以作為設備進行保養、維修、或更新的參考依據。

## 二、建築物室內消防栓系統管路劣化度診斷系統的建立

本研究將人體定期健康檢查之觀念應用於建築消防立管的診斷，以補足現有消防檢查對於消防管路物理劣化項目規定之不足，並期望將類人化建築之理念運用至既有建築物，如此便可提早發現老舊的建築管線因長年使用或環境變化等因素造成的劣化現象並適時進行處置，進而維持應有的設備性能。但如何能簡單又快速的掌握管線的劣化狀況，為本研究積極探討之課題。一般管線因劣化所導致的現象主要以 1.水的滲漏 2.流量異常減少 3.出現紅水 4.不正常的振動 5.異音 6.不正常之啟動等方式呈現。然而，消防用水在平常期間較不使用且管體多配置於管道間內故上述的現象常遭忽略或視為正常，因此調查執行前應仔細地針對建築物的使用者及管理者進行問診以確保現況。本研究針對上述現象發生的原因，整理管線劣化的模式為 1.管體內部劣化 2.管體外部劣化 3.接續部的劣化 4.固定繫件的劣化，四種模式。而立管的劣化雖不會產生立即性危險，但由類人化建築理論的角度而言其系統可能已經產生病變，需要對立管部份進行健康檢查，使消防系統能於使用年限內控制物理性劣化的發生，並確保火災發生時能正常輸水。圖 1 即為本研究運用類人化建築之理念，所提案之消防立管劣化度診斷之作業流程：



## 2-1 診斷的位階

對於建築物的消防配管實施診斷時，主要必須對整個配管系統老化的情形進行客觀的調查，並且將診斷的結果盡可能採用數值定量的方式敘述現況，正確掌握劣化的範圍以及腐蝕程度。通常配管的劣化診斷分為三個位階，其常用之診斷的方法如表 1 所示，

表 1 管線診斷的位階

診斷位階	診斷方法
一次診斷 (預備診斷)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 原理：利用五官，在不使用儀器的前提下，進行設備系統的操作與檢查。</li> <li>● 在管線診斷方面，以目測進行外觀的劣化程度，並測試閘、幫浦的作動。</li> <li>● 相關圖說與既有維護記錄的整理亦視為一次診斷。</li> </ul>
二次診斷 (非破壞檢查)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 原理：利用適當的儀器進行設備系統的操作與檢查。</li> <li>● 在管線診斷方面可應用以下儀器進行診斷：               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. 用管內探視器（內視鏡）檢查配管內部</li> <li>b. 用纖維鏡（視頻導視鏡）檢查配管內部</li> <li>c. 用超音波測厚儀測定殘存厚度</li> <li>d. 用超音波流量計調查流量</li> <li>e. 用 X 光透射裝置調查配管內的生鏽情形及腐蝕情況</li> <li>f. 用 <math>\gamma</math> 射線調查配管閉塞率</li> </ol> </li> </ul>
三次診斷 (精密診斷)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 原理：透過取樣（擷取）調查設備內部情況，屬破壞性診斷。</li> <li>● 通常三次診斷較常用於末端側與來源側等設備機器，其拆卸後至工廠或實驗室測試性能。</li> </ul>

本研究針對調查案例事先進行簡易的一次診斷，包含資料收集、性能劣化現象的問診(漏水、流量異常減少、出現紅水、不正常的振動與異音)、以及管線露明部分的目視檢查。再根據一次診斷所呈現的結果進行二次診斷，藉由適當之儀器檢查消防立管內外部、接續部、固定繫件的現況，進而判斷立管系統的劣化程度。

由表一可知二次診斷所使用的儀器因其診斷目標有所不同。本研究在考量診斷工具能否快速而全面掌握立管整體劣化程度以及考量儀器成本本身下，採用屬工業用內視鏡之管內探視器作為二次診斷主要之檢查儀器。

## 2-2 二次診斷前的準備作業

### 1.圖說與檢查資料的收集

實施一次診斷時須具備之圖說至少應該包含:

(1) 竣工圖之消防管線昇位圖說:瞭解整體給水系統之斷面區劃,並配合各層剖面圖以瞭解穿越結構體位置、消防栓位置、止水閥與逆止閥之位置、幫浦之位置、管道間之介面關係、立管固定方式、檢修空間尺寸等。

(2) 竣工圖之建築平面圖說:瞭解消防立管之設置位置與其他建築空間之關聯。

(3) 竣工圖之建築立面與剖面圖說:當 a.管道間設立位置鄰接外牆 b.消防立管採用明管的場合,需具備立面圖以評估管線系統與軀體之關連。

(4) 歷年之消防設備維修履歷及記錄表:以管委會及委託專業廠商所提出之檢修文件為主。

(5) 歷年之消防安全檢查紀錄表及報告書:以地方政府消防局的複查紀錄表及委託專業廠商所提出之年度消防安檢報告書為主。

(6) 其他詳細圖說可具體標示管道行進路徑及可表示介面關係者。

其中第(1)項在年代較為久遠之既有建築物案例中,可能呈現圖說內容不足或無法反映真實現況之情形,故有必要於一次健診階段作詳細之消防立管位置調查以趨近現況。

### 2.外觀目視檢查與機器測試

有關消防設備外觀目視檢查與機器測試的項目主要包含:

(1) 設備機房內的機房內的採水管、吐出口及各類零件(如閥等)的物理劣化狀況。

(2) 消防管線位於地下室或其他樓層之露明部分的物理劣化狀況。

(3) 屋頂重力水箱之連結送水管及各類零件(如閥等)的物理劣化狀況。

(4) 各樓層消防栓內之太平龍頭的物理劣化狀況。

(5) 水壓測試、啟動電流與運轉電流、自動啟動系統測試等。

### 3.問診

專業人員於現場以建築物使用者與管理者為對象,藉由問診的方式針對消防立

管進行以下六種異常現象的發生情形與頻度:

(1) 水的滲漏:消防立管是否曾有滲漏水之現象?發生部位為何?

水的滲漏現象原因可能為立管的接續部(如牙口)出現縫隙導致管內部水流出。

(2) 流量異常:保養試水與消防安檢測試時,出水流量是否不正常?有否改善?

流量異常減少的原因可能為管的接續部(如牙口)出現縫隙、機器的故障等導致出水出現不正常的流量。通常短時間的試水時較難發現明顯之流量變化。即使異常出現時往往以為是幫浦之問題,忽略水管出現縫隙之可能性。

(3) 紅水:保養試水與消防安檢測試時,有否出現紅水?出現頻率為何?

紅水出現的原因大多在於管體內部產生腐蝕導致水質產生污染。雖然消防用水在用途上較無衛生條件之嚴格限制,但紅水出現意味著管壁已出現某種程度腐蝕,不得忽視。

(4) 異常振動或異音:是否曾感覺不正常的振動或異音,發生部位與出現頻率為何?

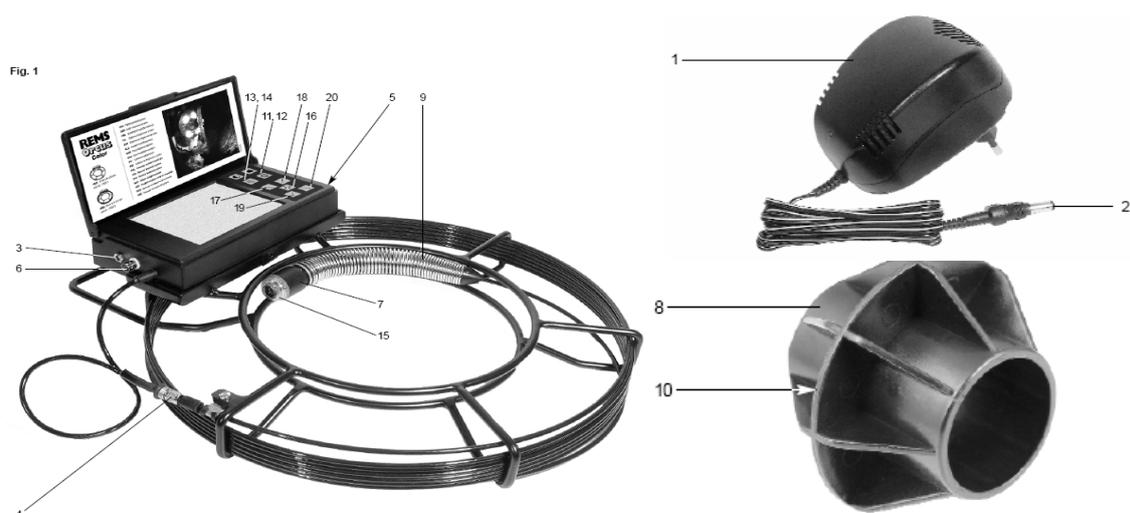
原因有可能為管路之固定繫件脫落、加壓馬達等機器之故障等。

(5) 不正常之啟動:是否曾發生幫浦等機器之不正常啟動?頻率為何?

異常啟動幫浦的原因通常有兩種,一種是屬於電氣系統性能範疇之自動控制系統異常;一種屬於管內失壓而產生之異常啟動。後者發生的原因在於管體本身的滲漏,逆止閥等閥體零件無法持壓,導致往重力水箱或是經由消防幫浦回流至消防水池。

### 2-3 診斷工具

本研究採用「管內探視器」探測,其原理是將管內探視器置入欲檢測之管內,透過彩色攝影鏡頭,經由 T F T 彩色顯示器探視管內現況,並可藉由視頻輸出將探測過程製作成數位記錄加以儲存



1.電源 2.插頭 3.插座 4.插頭與插座連接器 5.摩擦彈簧 6.視頻輸出插座 7.彩色攝影機頭 8.引導組件 9.引導彈簧 10.螺釘 11.LED 明亮調整按鈕 12.LED 暗淡調整按鈕 13.彩色 TFT 顯示亮度按鈕 14.彩色 TFT 顯示暗度按鈕 15.鏡頭保護蓋 16.全畫面/部份畫面按鈕 17.左上捲軸按鈕 18.左右捲軸按鈕 19.左下捲軸按鈕 20.右下捲軸按鈕

圖 2 管內探視器

相關規格如下:

1.彩色顯示器 5.6"(含) TFT AC110V。具全畫面、局部畫面與捲軸功能。  
像素為 320 x 240

高解析度彩色攝影附 CCD 感應器，具固定焦距性能。

2.彩色攝影機組，彩色鏡頭及 30 米(含)以上之推索。

彩色攝影頭直徑 30mm(含)以下，防水至 20m (2 巴)(含)以上。

3.具影像轉換電子檔及錄影功能

#### 2-4 診斷項目與基準

利用探視器伸入管內及管道間內得出影像的診斷方法，理論上可全面得知管體內部、外部、接續部、以及固定繫件的劣化發生位置與劣化現狀。然而，由於技術及儀器上的限制，本方法只能定性的掌握劣化，而較難以純量化之形式得知管內腐蝕的尺寸等確實數據。然而，為避免各診斷人員只能以經驗判斷導致失去評估客觀性，本研究在現階段試擬以四個等級針對劣化的嚴重性進行程度的劃分，以供現場診斷人員判定現況時有具體之

依據可行。等級一至等級四的設定方面，四為劣化的呈現最輕微，三次之，一為最嚴重。有關劃分與劣化的關聯如表 2 所示：

表 2 等級劃分與劣化關聯表

等級	劣化情形
等級四	無具體之劣化現象發生，可藉由定期檢測及日常維護管理以維持其性能。
等級三	劣化程度輕微，可定期檢測保養且對劣化部應加強監控
等級二	劣化程度中等，應加強檢測，並進行維修與補強或部份更新
等級一	劣化程度嚴重，須立即進行修復或更新

因應上述等級之劃分，本研究針對消防立管的劣化診斷，訂定各部位之檢查項目：管體內部、管體外部、異種金屬接續之內部、異種金屬接續之外部、固定繫件，其劣化的判斷基準分別如以下 1.~5.所示：

#### 1. 管體內部劣化

表 3 管體內部劣化之等級、判斷基準與對策

等級	劣化情形	對策建議
等級四	管體內部無具體之劣化現象發生。	可藉由定期檢測及日常維護管理以維持其性能。
等級三	管體內部雖有局部劣化但程度輕微。	可藉由定期檢測及日常維護管理以維持其性能，但對劣化部應加強監控。
等級二	管體內部劣化程度中等，探視器可視之銹蝕面積未滿 30%，管壁肉厚之減少未滿 10%。	應加強不定期之檢測，並視需要進行維修、補強或部份更新等措施。
等級一	管體內部劣化程度嚴重、探視器可視之銹蝕面積達 30% 以上、管壁肉厚減少達 10% 以上	水管須立即更新。

#### 2. 管體外部劣化

表 4 管體外部劣化之等級、判斷基準與對策

等級	劣化情形	對策建議
等級四	管體外部無具體之劣化現象發生。	可藉由定期檢測及日常維護管理以維持其性能。
等級三	管體外部批覆層(防鏽層)產生輕微之脫落。	可藉由定期檢測及日常維護管理以維持其性能，但對劣化部應加強監控。
等級二	管體外部可見明顯鏽蝕。	應加強不定期之檢測，並視需要進行維修、補強或部份更新等措施。
等級一	可見明顯鏽蝕且出現水漬或疑似漏水之現象	水管須立即更新。

## 3. 異種金屬接續(內部)

表 5 異種金屬接續內部劣化之等級、判斷基準與對策

等級	劣化情形	對策建議
等級四	異種金屬接續之內部無具體之劣化現象發生。	可藉由定期檢測及日常維護管理以維持其性能。
等級三	異種金屬接續之內部雖有局部劣化但程度輕微。	可藉由定期檢測及日常維護管理以維持其性能，但對劣化部應加強監控。
等級二	異種金屬接續之內部劣化程度中等，探視器可視之銹蝕面積未滿30%，管壁肉厚之減少未滿10%。	應加強不定期之檢測，並視需要進行維修、補強或部份更新等措施。
等級一	異種金屬接續之內部劣化程度嚴重、探視器可視之銹蝕面積達30%以上、管壁肉厚減少達10%以上	接續部與水管須立即更新。

## 4. 異種金屬接續(外部)

表 6 異種金屬接續外部劣化之等級、判斷基準與對策

等級	劣化情形	對策建議
等級四	異種金屬接續之外部無具體之劣化現象發生	可藉由定期檢測及日常維護管理以維持其性能。

等級 三	異種金屬接續之外部呈現輕微劣化	可藉由定期檢測及日常維護管理以維持其性能，但對劣化部應加強監控。
等級 二	異種金屬接續之外部(如牙口)可見明顯鏽蝕	應加強不定期之檢測，並視需要進行維修、補強或部份更新等措施。
等級 一	異種金屬接續之外部(如牙口)可見明顯鏽蝕且出現水漬或疑似漏水之現象	接續部與水管須立即更新。

## 5. 固定繫件

表 7 固定繫件劣化之等級、判斷基準與對策

等級	劣化情形	對策建議
等級 四	固定繫件之螺栓出現鬆脫情形控制在 10%未滿。	● 可藉由定期檢測及日常維護管理以維持其性能。
等級 三	固定繫件之螺栓出現鬆脫情形，其比例達到全數量的 10%以上，15%未滿。	● 須立即進行再固定之作業。 ● 可藉由定期檢測及日常維護管理以維持其性能，但對劣化部應加強監控。
等級 二	固定繫件之螺栓出現鬆脫情形，其比例達到全數量的 10%以上，15%未滿。	● 須立即進行再固定之作業。且應加強不定期之檢測。
等級 一	固定繫件之螺栓鬆脫情形嚴重，其比例超過全數量的 15%。	● 對策實施前須通盤檢討固定方式、密度、數量、結構體介面。 ● 須立即進行再固定之作業。

## 三、綜合劣化度的判定

為了針對前一節所定之各項目的診斷結果與劣化出現頻度做更有系統之整理，本研究首先將各項目所獲得的等級設定對應之劣化換算係數(表 8 參照)：

表 8 各等級與劣化換算係數關係表

各項目所獲得的等級	管體與接續之劣化換算係數	固定繫件之劣化換算係數
等級四	0	0
等級三	2	1
等級二	10	2
等級一	20	5

而後依據已下公式將統計後的各等級劣化數量與劣化換算係數建立數學關係，並求出各項目之劣化積分：

$$\text{各項目劣化積分} = \sum(\text{各等級的劣化數量} \times \text{劣化換算係數}) \div \text{劣化出現數量}$$

備註：因固定繫件劣化等級以全螺栓作百分比統計，故劣化出現數量設定為1。

依據上式所求出之結果，對照表9 求出各項目之劣化度。

表9 劣化積分與劣化度之關係表

各項目之劣化積分	各項目之劣化度
0 以上未滿 1	4 級
1 以上未滿 2	3 級
2 以上未滿 5	2 級
5 以上	1 級

最後以雷達圖的形式表示各項的劣化分布數量與劣化度，綜合比較並判定消防立管系統的劣化程度。

#### 四、建築物室內消防栓系統管路劣化度診斷系統的運用

為了評估本研究所提案之診斷系統之可行性，選定位於台北市一棟屋齡三十四年之十二層公寓大廈為對象進行案例演練（以下代稱為 K 大樓），藉此驗證系統操作的流程，並探討消防立管各診斷項目的不同位置下對診斷時間、操作能力、現象判讀精確度對診斷結果之影響。目的在於檢討診斷系統是否有不足以及尚需改進之處。

## 4-1 案例說明

### 1. 建築概要

本調查對象為台北市大安區內一住商混合使用大樓，該建築物為地下一層，地上十二層之鋼筋混凝土構造建築物，主要使用對象為大樓內住戶，且設有管理委員會執行維護管理之相關事務。大樓於民國六十二年完工使用迄今已經使用 34 年。

該建築物在設計階段初期原設定一樓為店面，二樓以上供純住宅用途之使用。然而在竣工五年後，隨著原住戶移民海外或遷徙、該處地段與周邊土地用途之變化等原因，逐漸有中小型辦公室用途之使用單位進駐，因此目前住宅用途佔全住戶的比例不到百分之六十。而由於建物使用用途邁向複合化，室內空間格局的變更行為在使用階段亦頻繁發生，連帶地影響了竣工初期所提供的設備系統形式。

### 2. 設備系統現況

如同前項的敘述，目前設備系統已與當初所規劃的已呈現相當程度之差異，例如原有提供住戶中央空調方式目前已廢除、電表/水表位置已變更，與本研究有關之消防系統也在兩年前因格局變更無法進行維修等原因而另設立管於樓梯間內。

本研究以該大樓舊有消防立管為主要對象，進行劣化診斷之演練，目的除了在於驗證診斷系統的適用性以外，亦探討既有消防立管系統在使用三十年後所呈現之劣化狀態並評估其整體之劣化度。

## 4-2. 診斷結果說明

### 1. 管體內部劣化

等級	劣化情形	分佈數量	劣化換算係數
等級 四	管體內部無具體之劣化現象發生。	0	0

等級 三	管體內部雖有局部劣化但程度輕微。	12	2
等級 二	管體內部劣化程度中等，探視器可視之銹蝕面積未滿 30%，管壁肉厚之減少未滿 10%。	6	10
等級 一	管體內部劣化程度嚴重、探視器可視之銹蝕面積達 30% 以上、管壁肉厚減少達 10% 以上	2	20
劣化分布數量總計：12+6+2=20			
劣化積分： $[(12 \times 2) + (6 \times 10) + (2 \times 20)] \div (12 + 6 + 2) = 6.2$ (判定為劣化度 1 級)			

劣化現象與原因：

系統長時間經常性失壓，造成泵啟動頻繁，致使管內水流擾動而形成沖蝕情況，又因管內水流量不足，極易滋生細菌，形成微生物腐蝕，以致整個管路系統均產生程度不一的腐蝕狀況，影響該管路系使用年限。且經實際探視所見，於管材與零件部品接續部位之劣化程度較為嚴重，起因該系統於施工時皆以電弧焊的施工方式進行熔接，但該工法施行時會產生極高的溫度易將具防鏽作用的鍍鋅皮層破壞，而喪失防鏽功能，又無法於管內進行補救措施，故極易使該部位鏽蝕劣化提早發生。

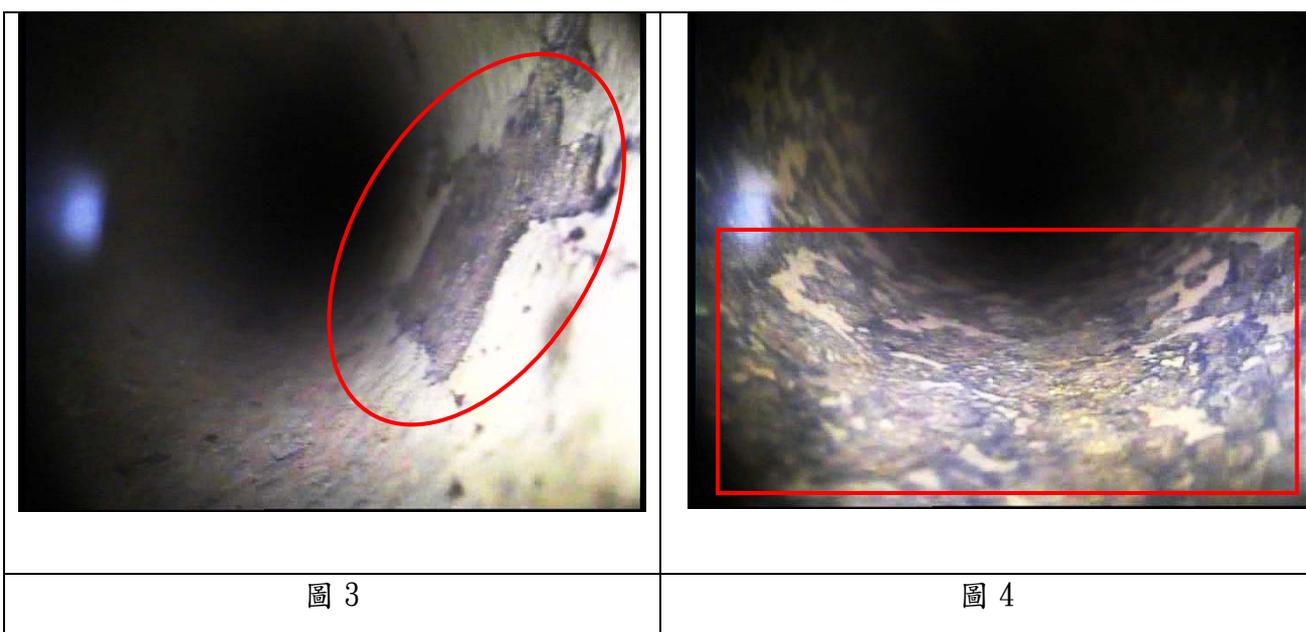


	
圖 5	圖 6
<p>說明：圖 3 至圖 6 探視時皆可見鍍鋅已不存在並有大面積腐蝕痕跡，且面積已高達管內面積之 40~70%以上間有銹蝕剝離的情形，已造成管壁肉厚減少 10%，已達到第一級標準。</p>	
	
圖 7	圖 8
<p>說明：圖 7 除有大面積的沖磨腐蝕外且有一處明顯的孔蝕情形，該處腐蝕情況十分嚴重，明顯的侵蝕管壁肉厚減少 60%並對該系統產生立即的影響，已達到第一級標準。</p> <p>說明：圖 8 沖蝕痕跡明顯且有微生物腐蝕所形成的銹瘤，並有嚴重的銹蝕剝離造成管</p>	

壁肉厚減少 20%，已達到第一級標準。。

## 2. 管體外部劣化

等級	劣化情形	分佈數量	劣化換算係數
等級四	管體外部無具體之劣化現象發生。	0	0
等級三	管體外部批覆層(防鏽層)產生輕微之脫落。	8	2
等級二	管體外部可見明顯鏽蝕。	3	10
等級一	可見明顯鏽蝕且出現水漬或疑似漏水之現象	1	20
劣化分布數量總計： $8+3+1=12$			
劣化積分： $[(8 \times 2) + (3 \times 10) + (1 \times 20)] \div (8+3+1) = 5.5$ (判定為劣化度 1 級)			

劣化現象與原因：

大樓消防栓系統依配置方式可分為露明部份及配置於管道間部份，而依探視所見，管體外部多處有小面積的防鏽層脫落及輕微鏽蝕，大多為遭外力碰撞而使防鏽層脫落，但未即時修補致使形成鏽蝕，但有幾處的鏽蝕面積大且明顯，應為防鏽層於施工時遭受損壞且未確實實施防鏽處理以致造成嚴重的鏽蝕現象，另管體置於管道間內無法定期進行防鏽處理，致使使用壽命無法有效延長。

## 3. 異種金屬接續(內部)劣化

等級	劣化情形	分佈數量	劣化換算係數
等級 四	異種金屬接續之內部無具體之劣化現象發生。	0	0
等級 三	異種金屬接續之內部雖有局部劣化但程度輕微。	2	2
等級 二	異種金屬接續之內部劣化程度中等，探視器可視之銹蝕面積未滿 30%，管壁肉厚之減少未滿 10%。	6	10
等級 一	異種金屬接續之內部劣化程度嚴重、探視器可視之銹蝕面積達 30% 以上、管壁肉厚減少達 10% 以上	2	20
劣化分布數量總計：2+6+2=10			
劣化積分： $[(2 \times 2) + (6 \times 10) + (2 \times 20)] \div (2 + 6 + 2) = 10.4$ (判定為劣化度 1 級)			

劣化現象與原因：

消防系統之異種金屬接續皆以管體與閥(銅)體的連結且多以車牙方式施作，但異種金屬接續經常發生瓦斯腐蝕，其表現方式類似於迷走電流之電蝕方式，且易於接續部產生鏽瘤，並造成閥體磨損及密合不良。

## 4. 異種金屬接續(外部)劣化

等級	劣化情形	分佈數量	劣化換算係數
等級 四	異種金屬接續之外部無具體之劣化現象發生	0	0
等級	異種金屬接續之外部呈現輕微劣化	1	2

三			
等級 二	異種金屬接續之外部(如牙口)可見明顯鏽蝕	1	10
等級 一	異種金屬接續之外部(如牙口)可見明顯鏽蝕且出現水漬或疑似漏水之現象	0	20
劣化分布數量總計：1+1=2			
劣化積分： $[(1 \times 2) + (1 \times 10)] \div (1 + 1) = 6$ (判定為劣化度 1 級)			

劣化現象與原因：

依觀測所見，因管體與閥體連接工法皆為車牙方式，然車牙施工會造成管壁厚減少及防鏽層消失，且因該工法常因車牙長度無法與閥體深度相符，所以常有牙口部外露造成鏽蝕，若系統啟動頻繁式震動，極易造成接續部斷裂成洩漏。

#### 5. 固定繫件劣化

等級	劣化情形	分佈數量	劣化換算係數
等級 四	固定繫件之螺栓出現鬆脫情形控制在 10% 未滿。	0	0
等級 三	固定繫件之螺栓出現鬆脫情形，其比例達到全數量的 10% 以上，15% 未滿。	0	1
等級 二	固定繫件之螺栓出現鬆脫情形，其比例達到全數量的 10% 以上，15% 未滿。	1	2
等級 一	固定繫件之螺栓鬆脫情形嚴重，其比例超過全數量的 15%。	0	5
劣化分布數量總計：1			
劣化積分： $(1 \times 2) \div 1 = 2$ (判定為劣化度三級)			

劣化現象與原因：

管路系統的固定繫件為固定管路之重要零組件，若無法發揮作用則會造成

搖晃震動及噪音，進而可能使系統斷裂或漏水及影響使用品質，且固定繫件多為鍍鋅鋼品，但易於施工中破壞鍍鋅層而產生鏽蝕造成無法固定，衍生出其它問題。

## 五、結論與建議

本研究延續過去所提出之建築物設備診斷系統之給排水、電氣、空調篇，今年重點在於消防設備立管的診斷模式與技術之開發，並運用人類醫學內視鏡腸道健診的原理，引進管路探測器進行消防立管與管道間之調查與診斷，並實際應用於台北市一棟十二層公寓大廈。綜合過程與結果，將問題重點歸納後，結論及建議如下：

### 1. 診斷系統執行方法方面：

(1) **作業程序的系統化**：消防立管診斷項目施作順序對於整體試驗時間有很大影響，為提高健診作業施行效率及確保評估結果之客觀，應建立一套標準作業流程（SOP）以供參考。

(2) **劣化現象之判讀**：針對管內探測器所呈現之影像判斷對象物之劣化程度存在技術上的極限。雖然本研究嘗試以準量化之分級以讓診斷者可快速掌握劣化等級，但受到探測器鏡頭與亮度之限制，偶會發生難以判讀鏽蝕面積與深度之狀況造成診斷上需於同樣位置多次測試之情形。未來為取得更精確之結果，鏡頭與顯示幕的解析度需更進一步之提升。

(3) **診斷空間過小所造成的意外**：以管內探測器檢視管道間內的管外與固定繫件的周邊狀態時，偶會發生配管空間管線與鐵件過密或存在死角，導致探測器堵塞而造成儀器線路無法前進或後退之情形。針對此種狀況只能由其他樓層之消防栓末端另行伸管補行檢視。為避免此種狀況持續發生，本研究未來將建置小管徑之探測器（直徑 9mm）配合現有的 30mm 儀器施作。

(4) **資料整理的效率化**：未來應積極開發診斷系統之電子化工具並配合 PDA 等易攜帶之電子產品，以提升整體診斷速度與後續數據整理的時間及正確性。

(5) **劣化度之評估方式與權重**：本研究提案之健診方法與劣化度評估方式，

經訪談數位專業技師後皆表認同，而建築物之管理者亦能以系統中之簡易圖表確認建築物之消防系統的劣化現況以進行後續決策判斷。唯計算劣化度時所採用的「劣化換算係數」與「劣化積分」的內容尚有討論之空間；此外，綜合劣化度分析時各項因子相互間的權重關係亦有待釐清，此將成為本研究下年度的研究開發重點之一。

## 2. 診斷對象立管劣化現況方面：

(1) **建築使用年數與消防立管劣化的關聯**：為了驗證本研究所提出診斷模式之適用性，今年度以使用三十年之老舊廢棄消防立管為案例進行劣化度診斷，因此得出之結果其劣化度普遍偏高。未來在案例選擇上本研究將另尋十五年及五年的個案進行調查，以對照劣化程度並依其結果探討指標修正之可能性。

(2) **管線剩餘壽命之評估**：本研究所提出的診斷模式目的在於「現狀劣化度」的明示，因此評估結果乃著重竣工後至今消防立管受到多大傷害而討論。未來需因應「建築預防醫學」的原理與趨勢，針對中輕度劣化管線的「剩餘壽命」進行預估模式的建立，以幫助建築使用者與管理者在有限的資源下訂定分階段性之維護、修繕之延壽計畫。

## 參考文獻

- 1.巽和夫、柏原士郎、古板秀三，2002，”進化する建築保全”，第一版，學芸出版社
- 2.馬場明生，2002，”診断の役割－臨床建築学の創設”，建築雜誌 Vol. 117, No. 1494, P32-33, 2002 年 10 月号，日本建築学会
- 3.榊田佳寛，2002，”診断・モニタリング技術”，建築雜誌 Vol. 117, No. 1494, P36-37, 2002 年 10 月号，日本建築学会
- 4.吉田正良，2002，”診断資格者－BELCA のビルディングドクター”，建築雜誌 Vol. 117, No. 1494, P38-39, 2002 年 10 月号，日本建築学会
- 5.関五郎，2006，“空調・電気・衛生設備の劣化診断と対策”，オーム社
- 6.種田念など，1989，“設備配管の改修と耐久設計”，彰国社
- 7.張智元、黃世孟，2004，“類人化建築物健康管理績效指標之研究”，建築學會第十六屆建築研究成果發表會論文集。
- 8.張智元，2006，“建築醫學概念與應用機制之研究”，國立台灣大學博士論文，台北市。
- 9.張智元、蕭文雄、黃世孟、郭斯傑，2007，“建築物專業健診機制之供給與需求探討”，中華民國建築學會「建築學報」第 59 期，pp.93~112。
- 10.空気調和・衛生工学会，1997，“空気調和・給排水衛生設備：施工・維持管理の実務の知識”，オーム社
- 11.財団法人建築保全センター，1995，“建築設備の維持保全と劣化診断”，財団法人經濟調査会

# **DEVELOPMENT OF THE SUPPORT SYSTEM FOR SUSTAINABLE FACILITY MANAGEMENT – APPLICATION OF THE DIAGNOSIS SYSTEM FOR THE FIRE HYDRANT SYSTEM OF BUILDINGS**

Shih-Hung Yang<sup>1</sup>, Wen-Jen Liao<sup>2</sup>, Chia-Liang Weng<sup>3</sup>, Shyh-Meng  
Huang<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Graduate Institute of Architecture and Urban Design, National  
Taipei University of Technology, Taipei city, 106, Taiwan

<sup>2</sup> Graduate Institute of Architecture and Urban Design, National  
Taipei University of Technology, Taipei city, 106, Taiwan

<sup>3</sup> Graduate Institute of Construction Eng. National Kaohsiung First  
University of Science and Technology, Kaohsiung city, 811, Taiwan

<sup>4</sup> Graduate Institute of Urban Development and Architecture,  
National University of Kaohsiung, Kaohsiung city, 811, Taiwan

(NSC 95-2621-Z-027-002-)

## **ABSTRACT**

The ongoing aging and degrading of a building will cause the decreasing of performance gradually as time goes on. In the Theory of ABMM (Anthropomorphized Building Medicine Management) (C.Y. Chang and S.M. Huang, 2004), the author addressed that “A building should take quality and safety inspections regularly just like the mankind to reveal the problems and thus to treat them in its early stage”. Due to re-establish the definition of sustainable building equipment and develop a set of building inspection standards for building system in

order to assess the degree of degradation in the building is quite important.

In this study we propose three main parts of degradation in fire hydrant system that need to be addressed regularly, including the corrosion of the pipes, corrosion of the joints, and strength of the bolts. This research improved the system and applying it to a 30 years old 12-story apartment in Taipei city.

As a result, a visible graphic-based report is proposed as a decision-making support tool for further judgment. It could reveal the degree of degradation effectively and clearly. It is also important for the professionals and authorities as a reference to determine whether taking renovation or further advanced diagnosis. In order to improve the efficiency of building diagnosis with this systematic approach, a digital computer-aided tool will be developed consequently.

**Keywords:** fire hydrant system, Building equipment, Degradation, Building Health, Diagnosis and Inspections