

鋼索橋檢測概說

三聯科技股份有限公司／鄭朝陽

一、前言

目前台灣的公共建設，包含橋梁與建物大樓，很多已達到中高齡，國際上也偶傳斷橋事故。台灣因地形關係，大小橋梁約有2.8萬座，不可能立即全數進行廢除或改建，因此唯有透過科技技術，進行量測與分級制度；老舊橋梁有安全問題者，應立即改建；短期堪用者，採

限制條件通行並監測相關數據；相對較新並且重要的橋梁，採取長期監測方式維護，以免發生危險。

二、檢測需求

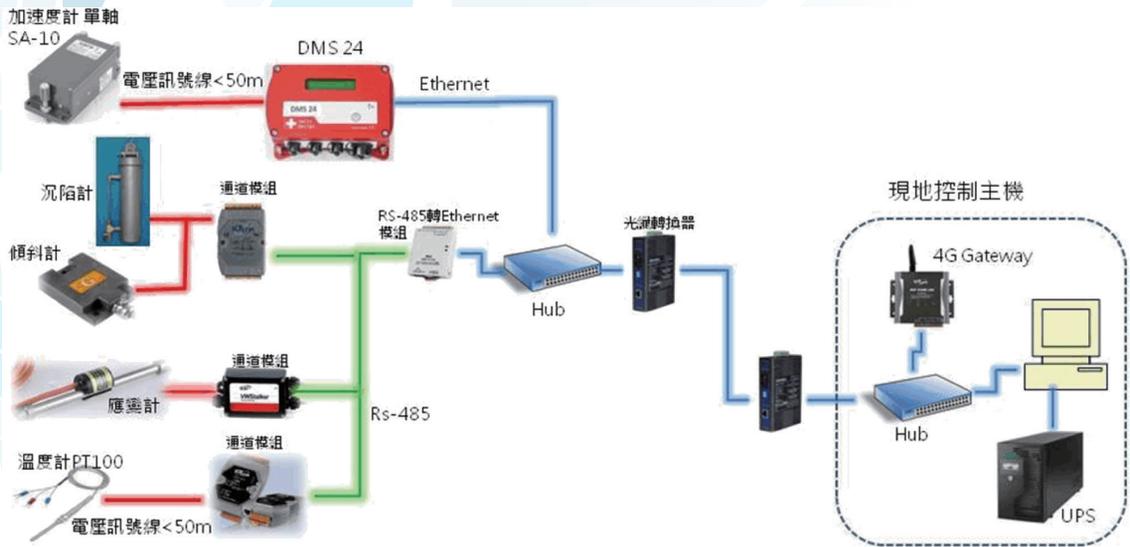
目前橋梁檢測常用的監測項目列舉如下表1：

▼表1 橋梁檢測常用的監測項目

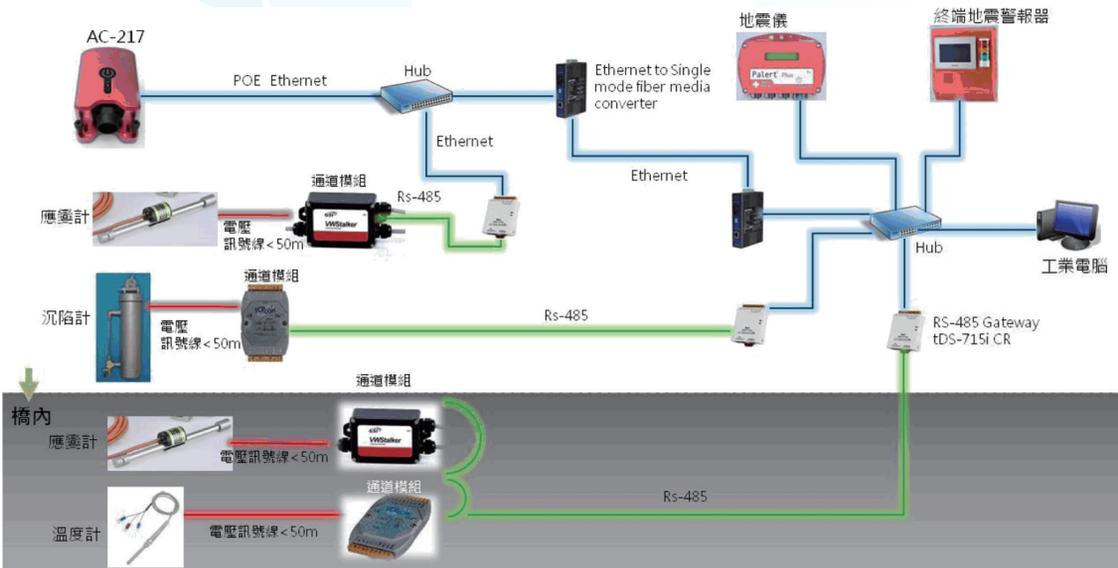
項次	監測項目	監測目的	感測器
1	鋼纜索力	以微振法量測鋼纜振動，分析鋼纜振動頻率以計算鋼纜現況索力值，作為警戒分析研判依據。	加速度計
2	大梁撓度	長期紀錄分析大梁跨中撓度變化，迴歸分析撓度與溫度關係性，建立大梁撓度變化趨勢，作為警戒分析研判依據。	沉陷計
3	大梁應變	結構的劣化或索力的改變會直接影響大梁的彎矩分布，長期紀錄分析應變數據迴歸分析應變與溫度關係性，建立大梁應變與曲率變化趨勢，作為警戒分析研判依據。	應變計
4	大梁振動加速度	長期紀錄分析大梁振動狀態，分析結構動態系統狀態。	加速度計
5	大梁溫度	了解大梁溫度變化，作為數據分析的迴歸參數。	PT-100
6	主塔應變	索力的改變會直接影響主塔受力的狀態，兩側索面索力的變化會直接作用於主索產生彎矩或軸力的變化，主塔的應變數據則用以分析主塔的彎矩與軸力變化量。	應變計
7	自由場地震加速度	紀錄橋址自由場之地震震動訊號，作為地震事件分析的輸入紀錄數據。	地震儀

三、系統架構

常見的加速度計有FBA與MEMS感測器兩種，其架構如圖1及2。



▲ 圖1 FBA感測器架構



▲ 圖2 MEMS感測器架構

依照上圖可看出，FBA與MEMS感測器架構並無太大差異，主要是FBA感測器多半為類比輸出，需要一個資料擷取器(DMS-24)做A/D轉換並存取；MEMS感測器因為本身就是數位傳輸，因此可以透過ETHERNET直接進入電腦做資料處理，當然也可以透過數位資料擷取器(PX-

01)做資料擷取，並做DIO的控制。

四、監測設備規格

1. 資料擷取器

型號：DMS-24

功能：可擷取FBA感測器的訊號，並轉換成

數位訊號，儲存於DMS-24與電腦。

規格如下：

頻道數：4

取樣頻率：50sps、100sps、200sps、400sps

解析度：24 bit

介面：LAN

儲存：SD card、PC

量測模式：手動、觸發

防水等級：IP67

2. FBA加速度計

型號：SA-10

功能：量測振動加速度與頻率

規格如下：

量測範圍：+/- 2g(標準品)

軸向：1、2 或3軸

反應頻率：DC-200Hz

敏感度：5V/g(2g at full scale)

非線性：<0.1%FS

使用溫度：-20 to 70°C

防水等級：IP67

3. 振弦式應變計

型號：VPG-001/002

功能：點焊式的振弦支撐應變計設計原理，乃是將鋼弦兩端固定於中空金屬桿，當金屬桿受外力而影響產生微量變形時，鋼弦也因微量變形導致振動頻率隨之改變，可使用振弦式測讀器量測該頻率變化狀況。

規格如下：

量測範圍：3000 $\mu\epsilon$

精度：0.1% FS

靈敏度：1 $\mu\epsilon$

溫度範圍：-30 to 80°C

測溫功能：Thermistor 解析度0.1°C

4. 三軸向網路型加速度地震儀

型號：Palert Plus

功能：內建微機電加速度計，動態範圍可達100 dB，並可選用第四軸速度計，加強垂直軸向的量測精度。

規格如下：

感測器：三軸向MEMS

量測範圍：頻率0.02 to 50 Hz

加速度 +/- 2g

解析：24 bit

儲存空間：8GB

顯示：LCD

操作溫度：-20 to 70°C

輸出：3 DO

防塵防水等級：IP67結合加速度計和速度計不同的特性。

5. 溫度模組

功能：擷取溫度感測器數據，轉換為RS485傳輸

頻道：6

配線：2/3線

感測器種類：Pt100, Pt1000, Ni120, Cu50, Cu100, Cu1000

解析：16 bit

精度：+/- 0.05% FS

介面：RS-485

6. 振弦應變轉換模組

功能：擷取振弦感測器數據，轉換為RS485傳輸

頻道：振弦應變計X2



溫度X2

頻率範圍：400 to 6000 Hz

讀取方式：FFT

振弦感測器讀取精度：0.01 Hz

溫度感測器讀取精度：0.5°C

介面：RS-485

7. RS485轉換ETHERNET模組

功能：將RS-485介面轉換為ETHERNET

通訊埠：1 RS-422/RS485

Baud rate：115200 bps Max

網路：10/100 Base-TX,8-pin RJ-45 x 1,

電源：PoE或 +12 to 48 VDC

8. 連通管沉陷計

功能：量測基樁樁體結構、橋梁之沉陷變位量，以校核結構體之安全度；作為結構體承載及橋梁通行參考依據

量測範圍：150mm

阻抗：10kΩ

非線性：+/- 0.1% FS

溫度範圍：-40 to 80°C

五、現場安裝實績

各種感測器安裝實例如下圖：



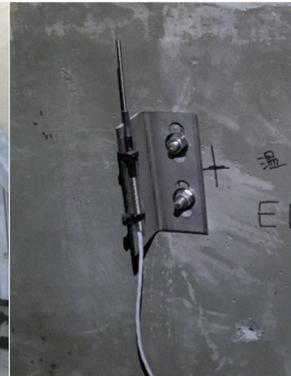
▲ 圖3 FBA加速度計



▲ 圖4 振弦應變計



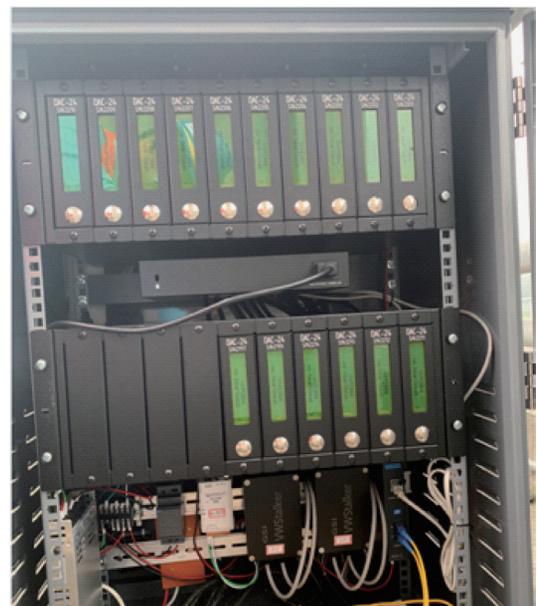
▲ 圖5 連通管沉陷計



▲ 圖6 Pt100



▲ 圖7 MEMS加速度計



▲ 圖8 資料擷取器

六、結語

橋梁驗測項目其實可以細分很多項目，包含鋼纜索力、鋼拱應變、大樑應變、橋墩位移、大樑溫度、河床及橋墩沖刷、橋梁載重，

橋墩傾斜等等；由於每座橋梁年限、結構、位置等種種不同因素，可依照各橋梁需求，判斷採取不同的感測器、監測方式與項目，進而達到監控並降低發生危害的機會。



產業專業術語英文教室

Ride comfort
乘車舒適感

指具有良好行駛品質的車輛，能為駕駛員和乘客提供了舒適感。

Fixed guideway
transport system
定軌運輸系統

指所有在固定軌道上行走的單節至多節的運輸系統。

Rolling stock
軌道車輛

指在固定軌道上行走的各種單節至多節的車輛。