

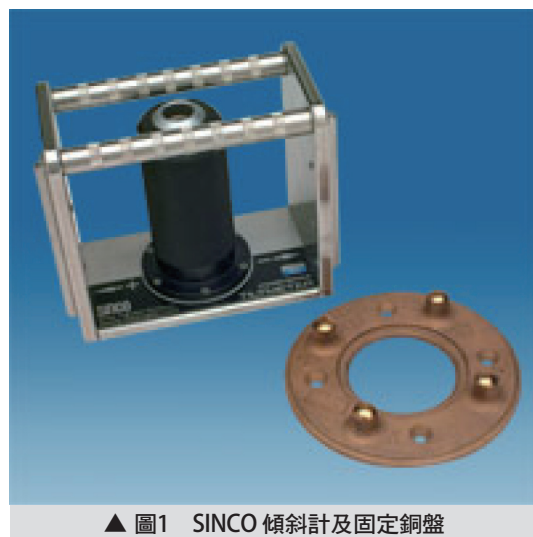
TiltView之海上氣象觀測 樁檢測應用

吉聯資源開發股份有限公司 總經理／吳智偉

一、前言

當慣性感測元件的出現，其感測器開始被大量廣泛在角度量測、加速度量測及振動量測領域應用。而慣性感測器偵測物體運動的元件又分為加速度計、磁力計、陀螺儀，換句話說加速度計是一個振動系統，安裝於運動載體的內部，用來測量載體的運動加速度，而陀螺儀又叫角速度傳感器，是不同於加速度計(G-sensor)的，他的測量物理量是偏轉、傾斜時的轉動角速度。加速度傳感器又分為單軸加速度和三軸加速度計。

加速度計又因量測元件不同又分電容式加速度計、壓電式加速度計、壓阻式加速度計、磁阻式加速度計還有最新微機電MEMS技術加速度計。而電壓式的伺服加速度計所做成的傾斜計也是最早運用在量測開挖工地周邊鄰房傾斜的設備，利用伺服加速度計應器對於基底固定銅盤的水平或垂直的傾斜可提供一正比於正弦(SINE)角度的電子訊號。量測不同方位的電壓訊號，再利用初值及施工階段之量測差異，去求得結構物傾斜角度。



▲ 圖1 SINCO 傾斜計及固定銅盤



▲ 圖2 SINCO DataMate



二、微機電MEMS加速度計

MEMS的發展史，是起至於1960年代中期利用半導體製程製造機械結構於矽晶片上的概念，一直到了1970年代中期，才開始將技術製造結合機械和電子元件的半導體感測器，成功地被開發。而1980年代以來，半導體工業興起，使得大量商品得以縮小化、智慧化，而微機電技術的成功發展，漸漸的許多的微感測器與微致動器也隨之產生，在美國稱之為微機電系統(Micro-electromechanical Systems, MEMS)。因為該元件或系統的大小從微米 μm (10^{-6} 公尺)到毫米(10^{-3} 公尺)，可以利用它來執行複雜量測零件的元件。其應用領域極為廣泛，包括電機、電子、機械、材料、生化、自動化、資訊與通訊、航太工業等行業。

三、TiltView傾斜儀

TiltView智慧型傾斜儀為三聯科技(SANLIEN)公司利用雙軸向MEMS高精度角度感應元件所開發出來最新款結構物傾斜儀。他是一款具智慧多工設計，結合藍芽無線傳輸，且可即時數位處理傾斜數值無須計算便可直接獲得傾斜變化量產品。傾斜計中使用的MEMS傳感器用於測量在一個範圍內的傾斜 ± 10 度。雙軸傾斜計共安裝兩顆互成90度的傳感器，並且透過溫度感測器做溫度補償修正。此項產品另外配合校正設備，使本身的傾斜角度為真零度之狀態，其設備只要安裝於建物或待測物之平面上，即可獲得當下建物或待測物之傾斜情形。

四、TiltView傾斜儀之應用

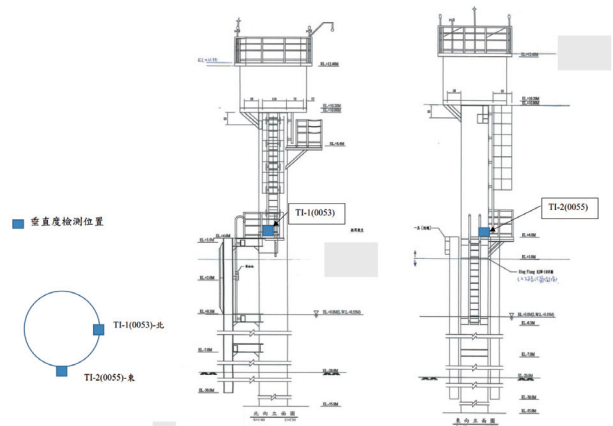
在政府綠能政策指導下，我國離岸風力發電正蓬勃發展，而在風機的基礎的設計形式種

類中，又以單樁基礎為最為甚多。其海上基礎樁較與陸上基礎不同的是，海平面上部樁身會受到風力的影響，海面下部基礎還會受到海浪之波浪力影響，故在整體分析上其基礎施工樁之垂直度就顯得格外重要。而依目前海上施工的基礎樁，其樁體垂直度都是靠鉛錘方式水平距離做角度換算(如圖3)，但其量測精度較為粗糙。有鑑於以，交通部港灣技術研究中心為了確實外海之觀測樁之垂直度的情形，希望透過較科學方式量測觀測樁之傾斜率。



▲ 圖3 基礎垂直度量測檢驗(海事工程實務,廖銘洋)

經過研究中心委託乃決定利用三聯科技之TiltView傾斜儀先選定平面，並將固定在觀測站樁上東側及北側平台之位置(圖4~圖6)，利用TiltView之APP軟體同時擷取動態觀測樁之傾斜情形。



▲ 圖4 海上觀測樁立面圖



▲ 圖5 選定檢測平面



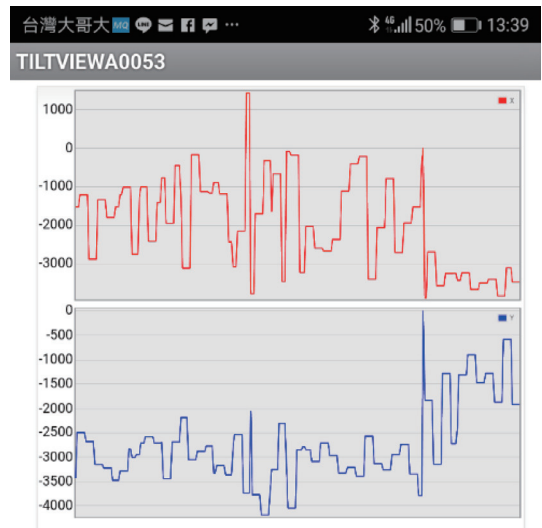
▲ 圖6 固定傾斜儀



▲ 圖7 檢測中照片

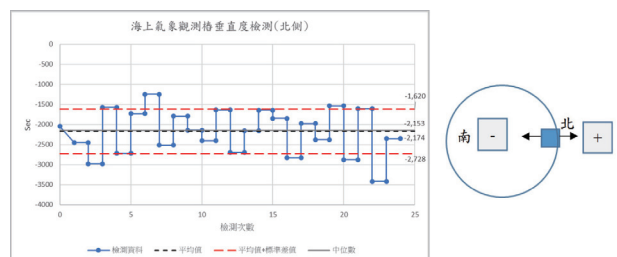
五、量測結果

最後檢測過程中因海上波浪導致樁身搖晃，為量取可靠度較高數據，將儀器置放一段時間並利用APP軟體記錄(圖8)，再利用東側及北側量出的資料(圖9~圖10)以統計方式律定出觀測樁之傾斜度。

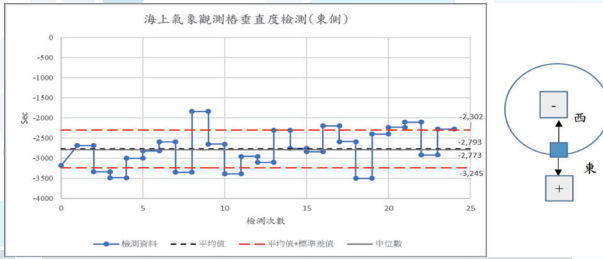


角度 X :	-3700 "
角度 Y :	2070 "
X 調整值 :	-3384 "
Y 調整值 :	-982 "
溫度 :	23.9 °C
電池電力 :	11.8 V

▲ 圖8 TiltView之APP，量測即時資料曲線

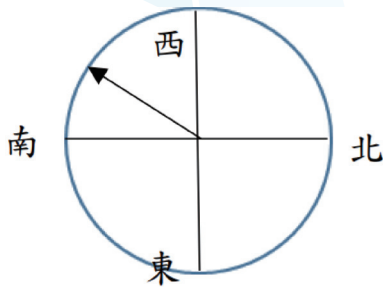


▲ 圖9 觀測樁北側量測曲線



▲ 圖10 觀測樁東側量測曲線

經檢測北側面及東側面檢測結果顯示，其北側面檢測結果平均約向南方偏移46分13秒(其標準差為9分14秒)、東側面檢測結果平均約向西方偏移36分14秒(其標準差為7分51秒)。綜合偏斜平均合向量為58分44秒(南偏西傾斜)。



原施工完成後，廠商以利用由重錘方式量測水平位移所得的傾角為35分12秒，其量測無法測得方位角，但方向性一致性，原則與本次量測結果相同，兩次傾斜角約相差11分11秒。討論原始資料與本次用儀器量測略有不同，其原因如下：

1. 原始觀測樁完成後到本次量測時間約將近一年，海上氣象觀測樁易受到海浪作用，亦有可能造成傾斜。
2. 錘球垂直度量測為高度與水平偏移量做三角函數轉換，故較可用於初步概略性垂直檢測。
3. 電子傾斜儀為校驗過傾斜量測器，可與結

構平面貼齊，取得該立面的垂直度情形。且量測精度較高。

4. 海上波浪會造成觀測樁由左右飄移之狀況，為有用電子是傾斜反覆量測，以統計方法率定，其靠度較高。
5. 觀測樁偏移屬兩向度平面之傾斜，故須同時量測才能判斷真正之傾角量及方向。

六、結語

目前離岸風機正如火如荼展開，而海上風機的壽命除機身本身要耐得住海上氣候影響外，更重要是風機下的基礎樁本身易受到海水沖刷基底，加上海波浪的作用力影響，易造成風機傾斜之狀況，一旦傾斜角度加上受力後超過最大抵抗彎矩時，易造成倒塌之現象。未來在是風機上安全性的一大問題，未來風機傾長期斜度的穩定是一個觀測重點項目。未來若能利用TiltView 結合LoRa通訊方式，應可達到長期觀測基樁穩定度之問題。