

應用超音波斷面影像技術簡評立木健康

◎國立台灣大學森林環境暨資源學系副教授·蔡明哲

◎林業試業所森林利用組副研究員·林振榮

◎國立台灣大學森林環境暨資源學系碩士·高毓謙

非破壞檢測(Nondestructive testing, NDT)或稱為非破壞檢驗(Nondestructive Inspection, NDI)、非破壞檢查(Nondestructive Examination, NDE)、非破壞評估(Nondestructive Evaluation, NDE)，所謂非破壞性試驗即為不破壞被檢測對象之原有完整性、外觀或可用性而檢知其物理特性、機械特性或品質狀況之檢測方法；NDT技術的發展及應用愈來愈先進及廣泛，其中，斷層影像材質評估有很多種技術，例如超音波影像法(ultrasonic imaging)、音響斷層影像(acoustic tomography)、應力波斷層影像(stress-wave-based tomography)、電腦斷層攝影法(computer tomography, CT)。其中，應力波及超音波技術為基礎的影像技術(imaging techniques)是較為簡單低成本及有效率的，因為應力波的傳播(propagation)是基於機械性的現象，常用於監測木材內部缺點，木材應力波傳播(transmission)時間或衰減(attenuation)已證實是一種有效的參數去檢測評估木材劣化(deterioration)情形。而應力波及超音波技術由最初的兩個轉換器，漸漸結合較多的轉換器，並配合分析程式軟體，進而發展斷面影像系統，作為快速、可定位及定量材質評估方法之一，實務上可再結合其它定量性儀器評估材質。

Martints et al. (2004)利用超音波儀結合斷層影像技術，以16個偵測點方式檢測有腐朽的櫟木斷面，得知其音速分佈在460~2350m/s之間，其中當音速低於1000m/s時，其內部材質有可能發生腐朽或破壞現象，從在斷面影像上

的音速值降低低於600m/s以下時，可以發現斷層影像是可以有效發現腐朽區域，但相對的，在斷面影像中亦可以發現其斷面影像與實際腐朽位置不完全相符合，故需進一步校正。Socco et al.(2004)以16個檢測方向用PUNDIT超音波儀結合斷層影像技術，進行林木內部材質評估，其斷層影像結果與實際材質的比對，經由裁切後的音速相印證後，發現在腐朽處，其斷層影像有部份區域所得的音速值偏高，且在最外圍地方所得結果造成低估現象，因此這些部份仍須進一步校正與評估。

本研究應用Sylvatest超音波儀結合斷層影像技術，以8個偵測點方式檢測有腐朽的柳杉立木斷面後，砍伐下該立木斷面並比較之。樣木一(圖1)以VTA(Visual Tree Assessment)法進行檢測時，發現有捲皮現象，且捲皮中央部分有腐朽的現象，因此進行8個偵測點多路徑超音波試驗判斷腐朽位置與大小，在下圖右上部分可以看出每一條路徑的超音波速度以顏色標示結果，越接近桃紅色速度越低，越接近藍紫色其速度值越高，在圖中可以發現在偵測點2的方向，與其連接的超音波速度皆為紅色，在偵測點3的方向，與其連接的超音波速度標示皆為黃褐色，因此藉由先前實驗結果印證可以得知缺點所在區域為2、3方向，在圖左下方為林木砍伐切片後之影像，將其與右下方斷面影像進行比較，發現在偵測點2、3之間，也就是當初林木捲皮部分，其內部經砍伐後發現有嚴重腐朽，與影像相比較可以發現在捲皮處

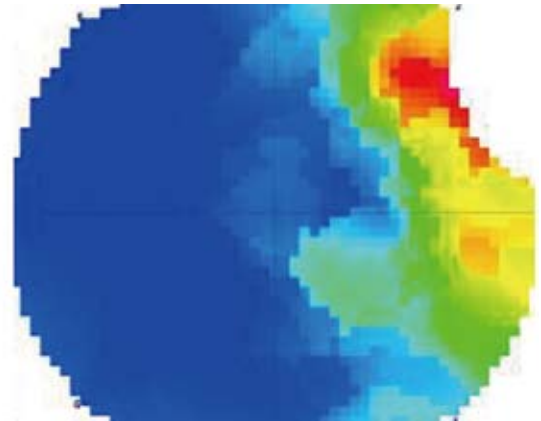
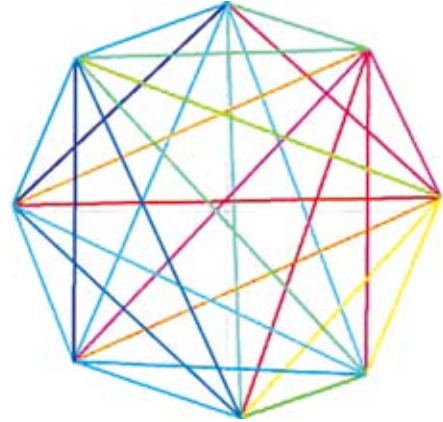


圖1. 樣木一與其2D超音波斷面影像(蔡明哲 製圖)

樣木二腐朽斷面



2D斷面影像圖形

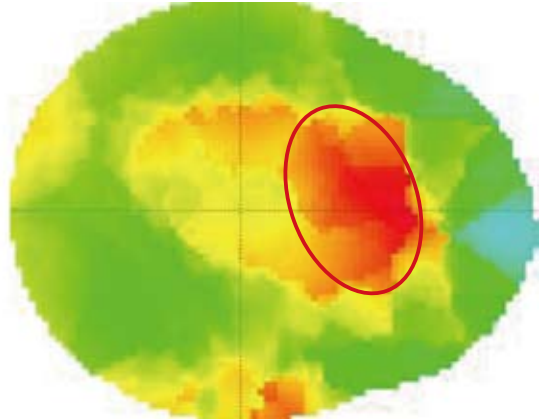


圖2. 樣木二與其2D超音波斷面影像(蔡明哲 製圖)

有紅色區塊代表嚴重腐朽，在周圍黃橘色區塊也正好是圓盤本身腐朽區塊，在影像上深藍色的區塊也是圓盤上材質較好的區塊。

樣木二(圖2)在斷面影像中可以看到在紅圓圈所標示位置正是圓盤上腐朽的位置。且

在中心位置有輕微腐朽的徵兆，也由影像中橘黃色區塊顯示出來，因此可知將此技術應用在於外觀由林木目視評估法後的精密診斷確知腐朽程度與位置有良好的效果。☼

◎ 參考文獻請逕洽作者