

行政院原子能委員會
委託研究計畫研究報告

(計畫名稱【中文】)

虛擬檢測軸試件及管試件之程式訊號庫及模組建立

(計畫名稱【英文】)

The Development Of Signal And Module Database For Virtual
Inspection Of Shaft And Tubular Specimens

計畫編號：962001INER0012

受委託機關(構)：崑昊科技有限公司

計畫主持人：陳申岳 博士

核研所參與人員：裴廣智 博士 (分機 6865)

聯絡電話：037-580962

E-mail address：S-Y.Chen@FEA-Optimization.com

報告日期：96 年 12 月 1 日

中文摘要

本公司崑崙科技有限公司接受核能研究所委託，針對委託計畫「虛擬檢測軸試件及管試件之程式訊號庫及模組建立」進行研究(計畫編號為 962001INER0012)，研究時程為一年，由總經理陳申岳博士擔任計畫主持人。

本研究計畫配合業主研究，經由虛擬構件可行性評估，建立可行之數值分析模式，並以軸構件或管構件為分析標地，建立測試用模擬訊號資料。本計畫主要採用有限元素法及使用 LS-Dyna 分析軟體，進行波傳行為數值分析，透過軟體模擬，觀察結構試件內部之波傳行為，及內部裂縫或是瑕疵對於接收位置波傳訊號之影響，並運用波傳理論及快速傅立葉轉換(FFT)，求得時間域(time domain)或是頻率域(frequency domain)下之反應，進而找出內部瑕疵位置及尺寸。研究內容將比對完整結構及內部有裂縫結構之波傳訊號差異，此計畫將同時使用 Image3D 進超音波檢測之模擬分析，Image3D 軟體為超音波檢測之模擬分析軟體。

數值分析方法將進行兩個部份，一是採用隱性法(implicit method)求解 RPV 頂蓋螺栓自然振動模態，用以對應頻率域之結果反應；另一則是採用顯性法(explicit method)進行”再循環管路 N1 悍道(Recirculation N1 outlet nozzle) 超音波測試塊”波傳暫態分析，找出結構振動特性及波傳傳遞行為。

由分析結果顯示，透過隱性法之數值分析方法，可以快速找出 RPV 頂蓋螺栓自然振動模態及頻率，未來利用頻譜法進行裂縫檢測時，可以提供訊號判斷之依據。而透過波傳暫態分析方法，可以完整模擬出結構之波傳行為，但因為受到表面波訊號之影響，要直接由接

收位置之訊號判讀出裂縫位置或是尺寸有相當之困難，而經由快速傅立葉轉換後，因為波在經由內部裂縫反射回來之訊號亦相當弱，因此要找出相對應於裂縫深度之頻率值也不容易，但是將有內部裂縫之訊號扣除掉完整結構之訊號後，即可以明顯找出兩種訊號之差異，此訊號之差異初始點即與裂縫位置有關，進而找出裂縫之位置，至於裂縫形狀則依舊無法判讀。

在相同之條件下(相同結構尺寸、裂縫位置及尺寸、波傳頻率...)，利用 Image3D 進行超音波訊號分析，Image3D 為超音波檢測專用之分析軟體，可以單獨定義使用之波傳訊號，如縱波或是橫波，不會受到表面波訊號及結構擾動之影響，在訊號判讀上比較容易，不會有雜訊之感擾，由分析結果顯示，經由 A-Scan 分析，可以清楚判斷出裂縫之位置。

因此利用數值方法建立結構試件之虛擬檢測資料庫有其可行性，且其波傳行為與實際狀況接近。但是進行較高頻率波傳之暫態分析時，因為需要較小之元素尺寸及較小之時間間距(time step)，因此在分析較大尺寸之構件或是較微小之內部裂縫時，會有困難，此部份是未來繼續研究時，需要克服之要件。

關鍵詞：虛擬檢測、非破壞檢測、有限元素法、波傳、快速傅立葉轉換、時間域、頻率域、超音波