

TOFD厚板對接銲道瑕疵之檢測與評估

楊智詠 林俊瑋 邱柏誠

中國鋼鐵股份有限公司 技術規劃發展處技術培育暨推廣組非破壞檢驗課

前言

在非破壞檢測方法中，大尺寸鋼板對接銲道常以超音波檢測(UT)與放射線照相檢測(RT)作為銲接後檢查方法，用以確認被檢物內部是否有瑕疵存在。

而輻射照相對較厚工件需要較長時間底片顯影、超音波檢測對較厚工件需要更多不同角度探頭進行多次掃描，方得以完成檢測作業，導致檢測作業時間冗長、效率低。

TOFD為飛行時間繞射之英文簡稱(Time Of Flight Diffraction, TOFD)，利用雙超音波探頭置於銲道左右兩側，激發與接收之超音波反射、繞射與波式轉換等訊號後，以2D圖面方式呈現瑕疵類型與位置，可解決傳統式超音波銲道檢測之多角度與掃描次數的需求，與改善大尺寸鋼板射線照相檢測作業時間過長與輻射安全問題。有利於檢測人員與銲工即時評估瑕疵類形、位置與尺寸，作為立即性銲道鏟修或複檢的依據。

TOFD檢測原理

TOFD為超音波飛行時間繞射檢測技術(Time of Flight Diffraction)簡稱。TOFD以投捕法技術，於銲道或工件兩側擺放超音波探頭，使用斜束超音波入射超音波，使其產生波式轉換，形成入射波與表面波。

當工件內部無瑕疵時，超音波傳遞過程中不受干擾，入射超音波經傳遞與反射得以完整接收訊號，故於顯示器上僅可觀察到工件表面、工件背面反射回波訊號，此兩回波又稱側通波(Lateral wave, LW)與底面回波(Backwall wave, BW)。

當工件內部有缺陷時，缺陷造成超音波干擾，除了側通波與底面回波之外，亦形成上、下尖端繞射回波或反射回波，其位置通常出現於側通波與底面回波之間，可視為瑕疵回波。TOFD訊號由單一超音波訊號以A-Scan方式呈現，即以振幅-時間方式表示，橫軸代表超音波傳遞距離、縱軸代表回波振幅強度(圖1)。

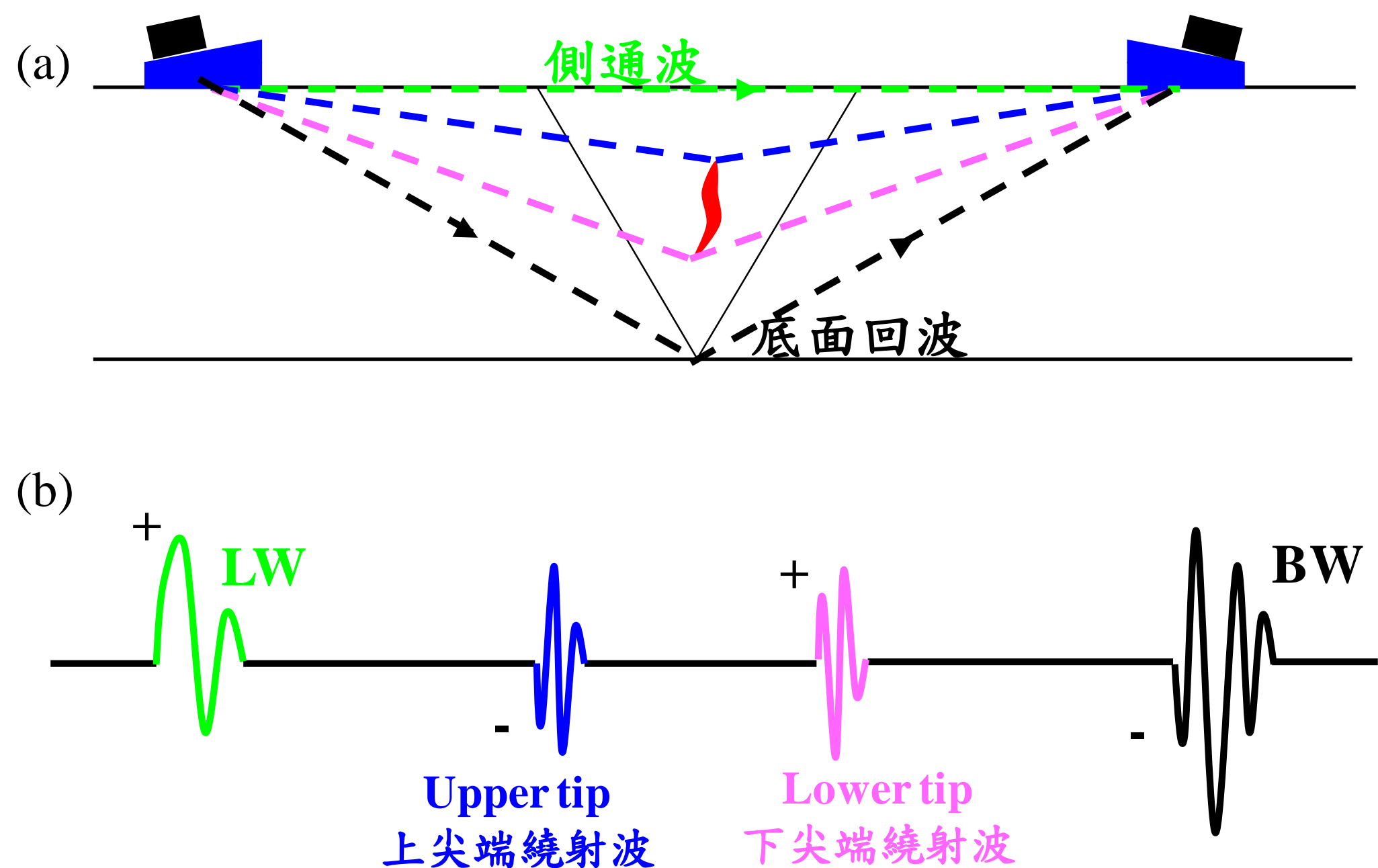


圖1. (a)TOFD探頭擺放位置與超音波傳遞方式、(b)A-scan訊號呈現。

TOFD將每單一超音波訊號進行訊號轉換，當振幅大於0值以白色代表、小於0值以黑色代表、等於0值以灰色代表。累積每筆超音波訊號以2D方式顯示於檢測儀上，以掃描方向-深度顯示(B-Scan)，可呈現工件內部檢測結果，故可使檢測人員或銲道鏟修人員讓容易了解瑕疵位置(圖2)。

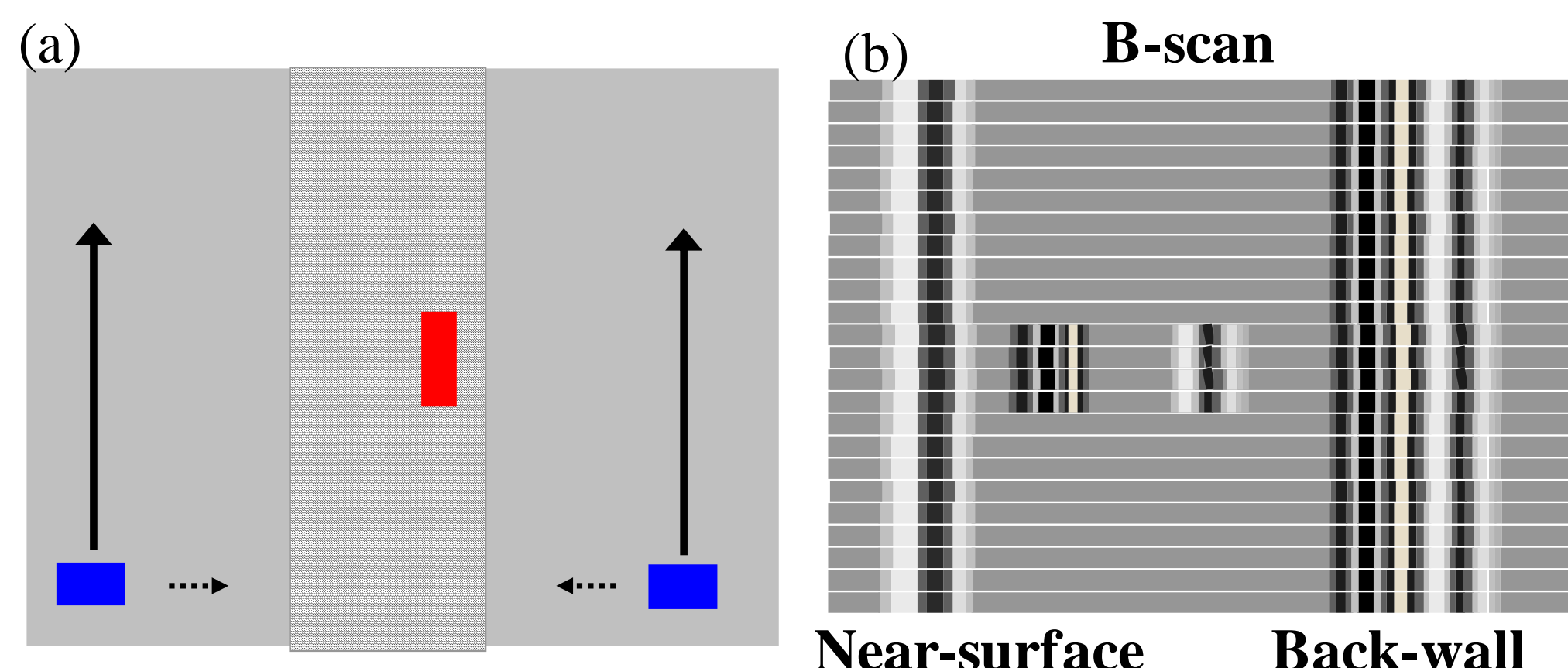


圖2. (a)TOFD於銲道上掃描示意圖、(b)TOFD轉換為B-Scan掃描方式。

實際應用

值行檢測前，將TOFD儀器進行設定與校正，確認探頭位置、靈敏度、掃描器滾動符合檢測程序。以檢測厚度80mm對接鋼板為例，於健全部進行校正後，進行銲道檢測(圖3)。將檢測結果進行分析，可於圖4中A-Scan與B-Scan上清楚辨識出銲道近中間處之不連續點狀夾渣缺陷。

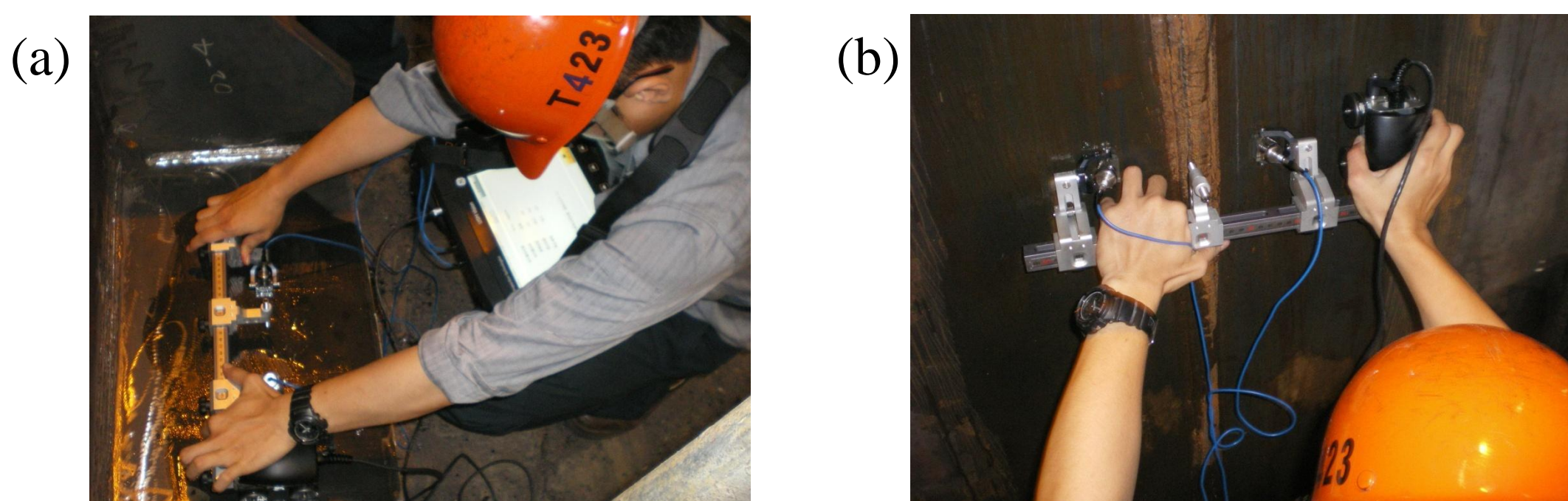


圖3. (a)爐殼健全部校正、(b)執行銲道檢測。

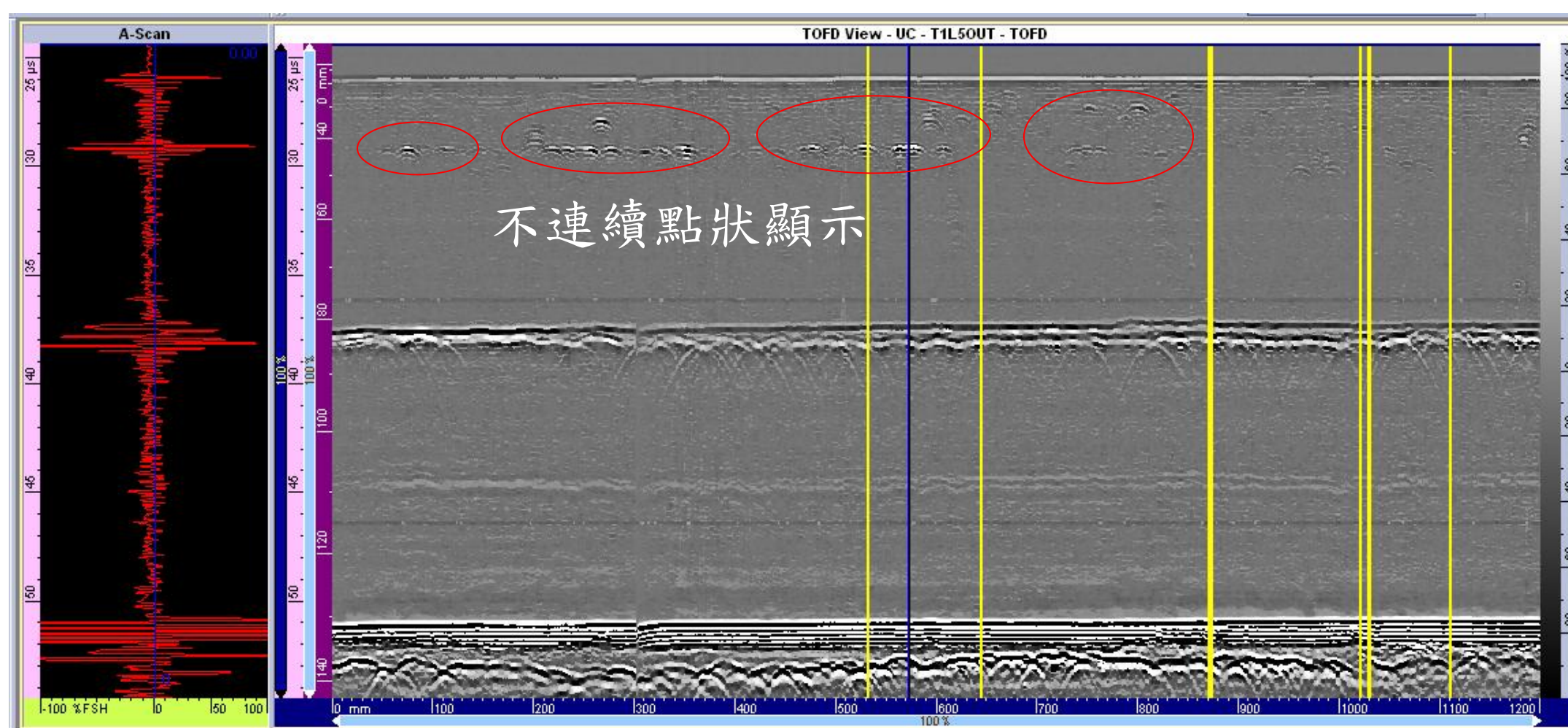


圖4. 80 mm對接鋼板銲接TOFD檢測結果

結論

將TOFD與傳統式超音波檢測相比，TOFD可於厚板銲道上一次完成傳統式超音波所需多種角度之檢測，檢測結果直接形成2D影像方式，其效果如射線照相檢測(RT)，可進一步提供檢測位置與瑕疵深度，供銲工評估進行鏟修，縮短工作時間，提升檢測效率。