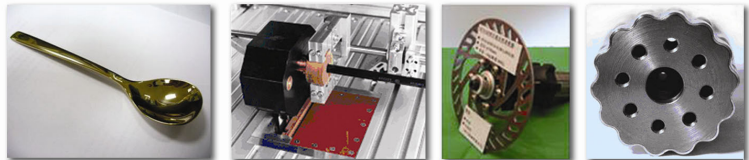


摩擦攪拌銲接—技術原理與產業應用

Technical Principle and Industrial Applications of Friction Stir Welding

謝興達

金屬工業研究發展中心
工程師



關鍵詞

- 摩擦攪拌銲接 Friction Stir Welding (FSW)
- 攪拌工具 Stir Tool
- 固相接合 Solid State Joining

摘要

在機械製造領域中，銲接是一項極為重要的成形技術，在已往鋁合金的高熱傳導及氧化性使得銲接性不佳，導致無法被廣泛應用。近來因能源短缺與環保訴求，輕量之鋁合金已逐漸成為重要的機械製造材料。摩擦攪拌銲接技術的出現，突破鋁合金的製造限制並加速應用。因此本文將從技術原理與應用面介紹摩擦攪拌銲接技術，提供來者研究與應用之參考。

The welding process is an important shaping

method in mechanical manufacturing. High heat conductivity and oxidation of Aluminum alloy that induce difficult weld ability and can't be used extensively. Aluminum has become important mechanical manufacturing material, because the energy shortage and environmental topic. The invention of Friction Stir Welding overcomes the manufacturing limitation, and accelerates the application of aluminum alloy. This paper will introduce Friction Stir Welding technology base on principles and application, give research and apply reference to the follower.

前言

在現代工業發展歷程中，銲接技術佔有不可或缺的地位與角色，不論是天上飛、海裏游、陸上行或是日常生活中食衣住行，樣樣都可見到銲接存在的痕跡。在已往印象中，銲接是一種極端刺激的製



造方法，因為在過程中大部份會伴隨產生極高亮度且刺眼的弧光、如夢如幻般的煙塵及火樹銀花般的熔滴噴濺，這些現象往往令一般人望而卻步。

本文將介紹的摩擦攪拌銲接方法(Friction Stir Welding-FSW)將打破一般人對傳統銲接的刻板印象，它被稱做與雷射同為二十世紀對人類最具貢獻的發明。此一技術是在 1991 年由英國銲接研究所 TWI(The Welding Institute)的 Mr. W.M. Thomas 所發明[1]。此一方法與傳統電弧銲接相較具有低耗能、高效率、高品質及可自動化的技術優點，自發明以來已逐步應用於航太、造船、車輛、電子等眾多產業之生產。例如台灣高速鐵路所採用的車箱結構就有應用摩擦攪拌銲接技術(Kawasaki Heavy Industry)。

擦攪拌銲接基本技術原理

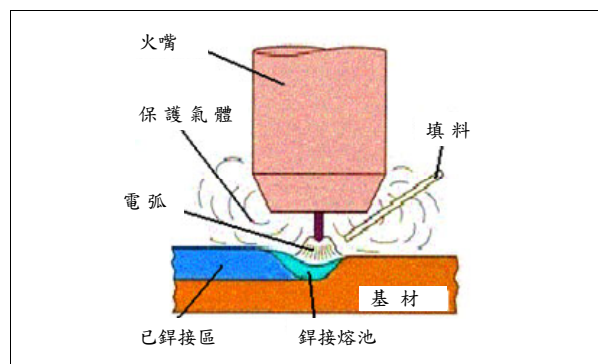
在進行介紹擦攪拌銲接之前，先對現有電弧銲接及摩擦壓接方法進行說明，兩相比較下將更有助於瞭解。

圖一~圖三所示為不同的三種銲接方法，圖一所示俗稱氬弧銲，它是利用非消耗性電極(鎢棒)產生的高溫電弧將填入材料熔化後進行銲接，同時需通入惰性氣體(氬氣等)進行對熔池之保護；圖二所示為金屬惰性氣體電弧銲，其所採用的電極本身即為填料，不斷向前推送透過前端產生高溫電弧將電極熔化，銲接過程需視不同材質需求通入不同保護氣。圖三所示為常見手工電銲條銲接，利用銲條中間金屬材料產生電弧並為填料，外部的塗料因高溫產生氣體或熔渣保護已熔化金屬。

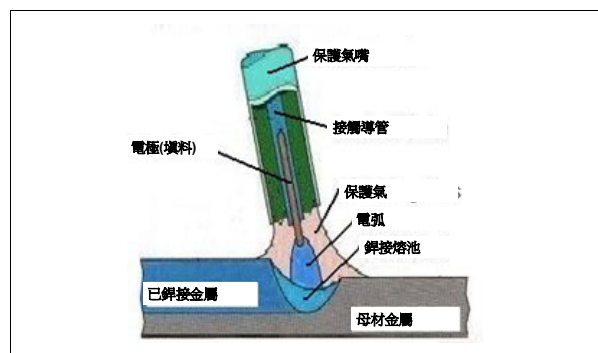
不論採用以上何種銲接都需要加入填料、保護氣體，同時會產生極高亮度的有害弧光、有害及金屬煙塵，且需要具有豐富銲接經驗的技術人員才能執行，見圖四。銲接區域往往因銲接的高溫產生極

大的變形或材質改變。

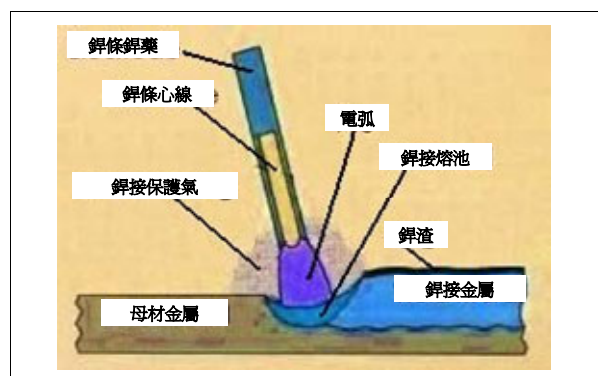
另外容易被混淆的則是傳統摩擦壓接(摩擦銲接)，現存的摩擦壓接係以圓形工作物為主要應用對象。它是利用兩對接材料間的相對高速旋轉，其接觸面間因摩擦生熱產生高溫後，經後端材料向接合面擠壓，局部材料向外擠出達到接合效果，如圖五所示。



圖一 TIG 原理[2]



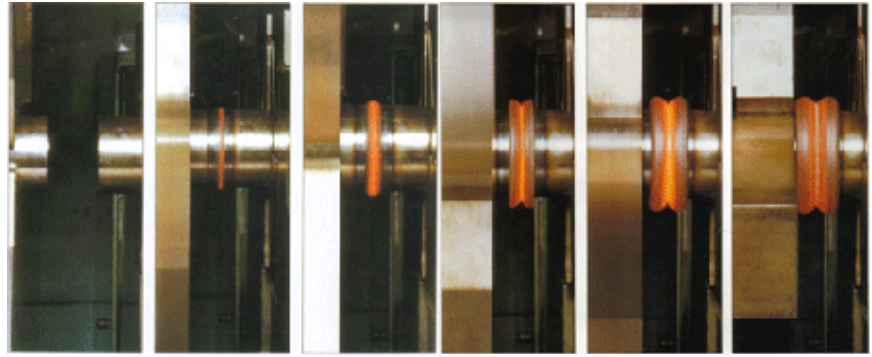
圖二 MIG 原理[2]



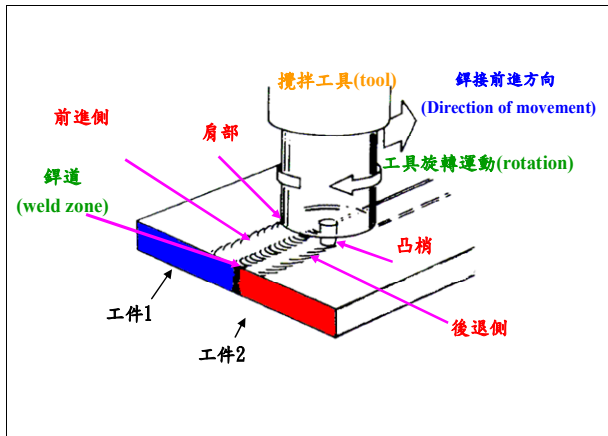
圖三 手銲條 SMAW[2]



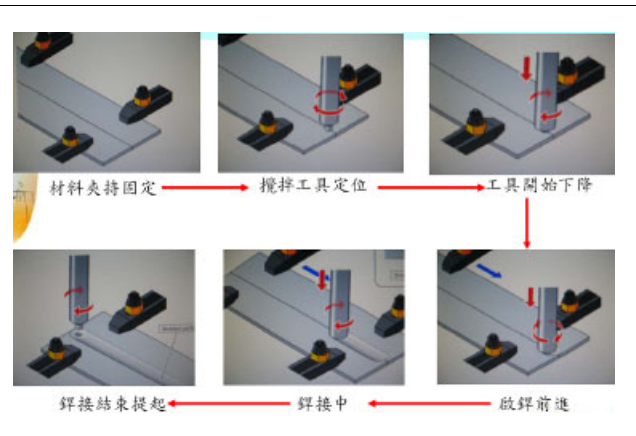
圖四 電弧銲接進行情形



圖五 左至右 高速旋轉→摩擦生熱→擠壓接合[3]



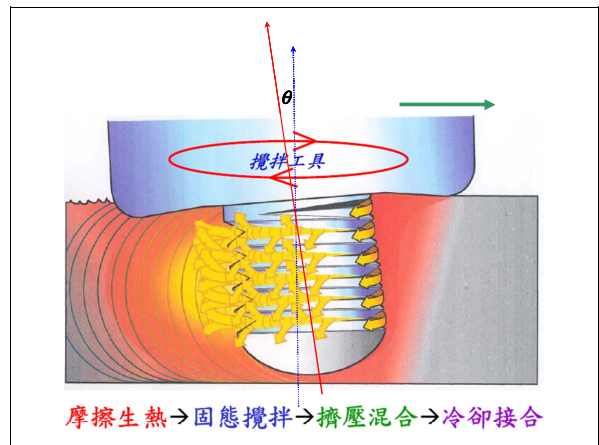
圖六 摩擦攪拌銲接[4]



圖七 摩擦攪拌銲接施銲的圖解[5]

摩擦攪拌銲接則是利用摩擦生熱原理加上同步對接合部位進行攪拌的機制組合來達到銲接的目的。如圖六為摩擦攪拌銲接方法原理，當欲兩相接合的工件 1 & 2 固定後，會利用攪拌工具進行銲接的動作，此一攪拌工具需經設計、具如圖六有肩部及凸梢之外形。當攪拌工具被帶動開始旋轉並緩緩向銲接部位前進、凸梢插入銲縫中當到達一定深度後，肩部與銲縫兩側區域表面進行摩擦並產生熱量、將使材料升溫和軟化，達到塑化狀態。此時凸梢同步旋轉並在銲縫位置將兩側已塑化材料攪動互相混合，當攪拌工具延銲縫方向前進，後方經肩部摩擦及凸梢攪動過的銲縫區則因攪拌工具逐漸遠離由塑化而回復固化狀態，達成接合效果，整個過程如圖七所示。在銲接過程中，所有的狀態均在材料

熔點下(固態)進行，銲縫內部變化與銲接接合機構可由圖八說明。



圖八 攪拌機制[6]



更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】321期・98年12月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011