

鋁合金於機車車架的應用動向

金屬中心 ITIS 計畫 劉文海

一、前言

摩托車係利用駕駛人的體重來控制，由於其引擎輸出一般也比較小，因此從操控面來看亦要求輕量化。由於車重大大地影響到油耗的提升，因此汽車的輕量化直到現在還是持續積極地在推展中；至於摩托車，日本則在 1980 年代就已經完全使用鋁而達成輕量化了，現在更進一步以提升運動性能為目標，本文介紹日本近年相關技術的發展動向。

二、鋁合金車架發展歷程

為便於製作車架，過去都是使用鋼管及鋼板，但隨著輕量化的要求因而改用擠型、板材沖壓、鍛件等塑性加工鋁材，最近則有大量使用大型鑄造品來取代塑性加工鋁材的傾向，尤其是被視為是前瞻性試驗的重型摩托車，其車架結構的發展歷程如下：

- (1) 鋼管與鋼板片構造的車架
- (2) 由鋁合金擠型材、板材、小型的鋁合金鑄件與鍛件組合而成的構造
- (3) 使用大型鋁鑄件的構造

其中第(2)種構造一開始是使用在世界 GP 大賽等的競賽車上，自此之後，儘管會造成成本的提高，但在輕量化效果大的支持之下，終於在 1980 年代採用於市售車上。最早搭載這種車體的市售車是鈴木公司的 1983 年款 RGF250，以整體實施光輝鋁陽極氧化處理而成功地塑造出光鮮的外表，之後各車廠也就開始發售鋁合金車架的機車了。當然，目前並非全都是採用第(3)種的構造，第(1)和第(2)種的構造也大量存在於市場上。表 1 是鋁合金零組件使用於機車車架的各種工法比較。

表 1 鋁合金車架的工法比較

	砂模鑄造	金屬模鑄造	擠型	板成形	普通壓鑄	CF 壓鑄
最小肉厚 (mm)	3.5	3	2	0.5	2.5	1.8
形狀自由度	○	○	×	×	○	○
尺寸精度	×	△	○	○	○	○
外觀商品性	×	△	○	○	○	○
生產性 (個/h)	5~10	15~40	—	—	50~60	50~60
焊接接合	○	○	○	○	×	○

模具費用	○	△	○	△	×	×
備註	形狀自由度雖高但薄壁化有 限制		形狀自由度低		無法焊接	各方面都優異

註：CF 壓鑄為高真空壓鑄件的商品名

資料來源：輕金屬，2005.06

三.鋁鑄件於車架之應用

(一) 金屬模與砂模鑄造

金屬模鑄造品由於其製品中所含的氣體量少因而可以進行熱處理與焊接，是一種容易使用的構件，其設備與金屬模具的成本也比壓鑄來得便宜，因此適合於一年有數萬台單一車種的生產規模。過去，以此法要製作薄壁大型的鑄件有所困難，不過經過技術改良之後，現在已經可以生產高精度鑄件了。不過其缺點是鑄件表面較粗糙，外觀質感稍差，至於材料上大多是使用 AC4C 系生產。另一方面，砂模鑄造品雖然也可以進行焊接與熱處理，但尺寸精度稍差，若採用高速造模的自動鑄造設備的話，雖然生產性可以大幅提高，不過對摩托車的生產規模來說就顯得產能及投資過大了。

(二) 壓鑄

重型摩托車和速克達對於壓鑄品的採用都有增加的趨勢，過去以來要求薄壁的曲軸箱和外殼類部品，大多是使用 ADC12 系的壓鑄品，但車架幾乎不曾使用過。最近，將壓鑄品應用於車架的作法已出現於各家車廠了，特別是針對 250cc 以上的中大型車種。這是因為經過技術開發之後，強度上可靠性高的薄壁大型鑄件已經可以透過其高生產性來製造的緣故。車架採用壓鑄品時，在組裝上經常需要焊接，但由於傳統壓鑄品含有的氣體量多，因此一般而言要熱處理及焊接有所困難。

為了改善熔湯流動性而只對模內進行減壓的普通真空壓鑄法，在模穴真空度為 50~80kPa 條件下，壓鑄件的性能雖然有所提高，但氣體含量達 5~20 cc/100g 鑄件，依然不能進行熱處理和焊接成形，也無法應用於重要保安件或大型複雜件。相比之下，真空度高達 91~96kPa(模穴內的絕對壓力 5~10kPa)時，鑄件內氣體含量僅為 1~3 cc/100g，可以實施熱處理或焊接加工，且壓鑄件伸長率平均高達 18%以上，波動偏差非常小，完全可滿足重要受力保安件的使用要求。因此將真空度在 91kPa 以上的壓鑄稱之為高真空壓鑄，以區別低真空度的普通真空壓鑄，例如歐洲開發之 Vacural 法、MFT 法 (Minimum Fill Time Process) 等。

日本 AHRESTY 與本田技研工業基於回收性考量，於 1999 年合作開發世界首創鋁合金壓鑄一

一體式速克達車架（圖 1），製程為：高真空壓鑄→機械加工(2 處)→塗裝，重量減至 10.6 kg。而傳統速克達鋼製車架是由 60 件鋼管、鋼板經沖壓、銲接、防銹處理、機械加工(4 處)後再矯正處理，重量 12.8 kg。一般含 Si 量多的合金，在鋁陽極氧化處理之後，表面會變成灰色而看不到光澤，因此對於要求光澤性的構件向來都是使用鍛造品或是 Al-Mg 系合金的鑄造材，不過透過 Al-4.5%Mg-1.5%Mn-0.9%Ni-0.05%Si 壓鑄合金的開發，已經可以作為經鋁陽極氧化處理之後仍然具有光澤的車體構件了。

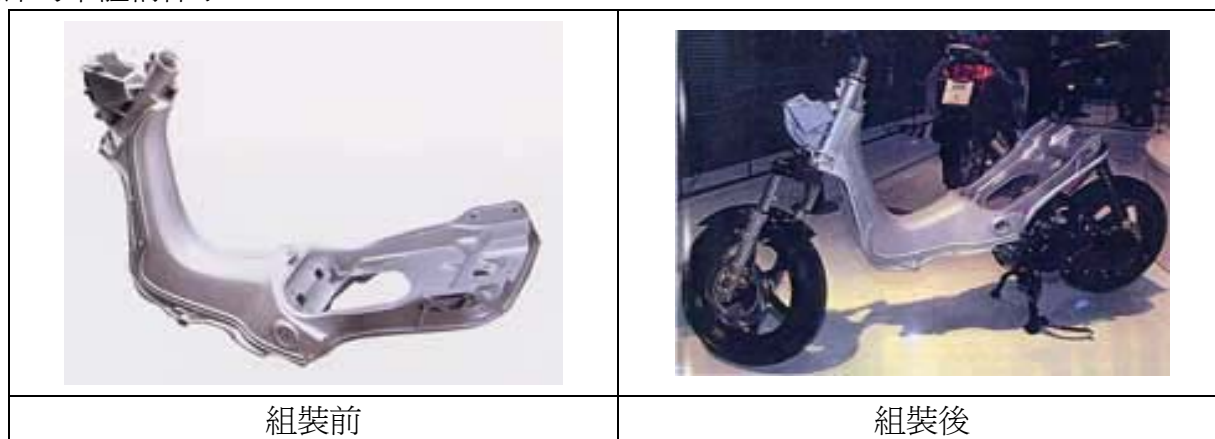


圖 1 鋁合金壓鑄一體式速克達車架

資料來源：AHRESTY CO.

Yamaha 為日本第一家導入高真空壓鑄技術的廠商，該公司開發之改良高真空壓鑄技術稱為 Controlled Filling Die Casting (CF Die Casting)，CF 法所製造的壓鑄件可行 T6 熱處理，可成型肉厚達 1.5mm，長度則可達 1.5m。Yamaha 目前約有 20%機車架（含 motorbike、scooter、off-road 等類型）使用鋁合金高真空壓鑄件，且將持續擴大成長。圖 2 是 Yamaha FZ6 Fazer 2004 年款所採用的壓鑄車架，主車架由左右兩個組件所構成，兩組件再透過前端的前管（head pipe）以螺栓結合在一起。與鋼製車架比較，零件數由 88 件減至 4 件，重量由 15.5 kg減至 10.4 kg，成本亦降低 23%。



圖 2 YAMAHA FZ6 所使用的鋁壓鑄車架

資料來源：www.yamaha-motor.co.jp / www.pbase.com

Yamaha 公司已衍生應用鋁合金高真空壓鑄技術至鎂合金領域，2007 年 9 月首創應用鎂合金高真空壓鑄技術於重型機車(2008 型 YZF-R6，600cc)一體型機車尾架之生產，目前產量約 30,000 輛/年。車尾架之材質採 AM60B，較鋁合金車尾架重量減輕 20%，製造成本則約與銲接式鋼管車尾架相同。採用鎂合金之主要原因為輕量化，有利於重型機車具備更彈性之重心設計，達到更優異之操控性、兼具省油效益。

由於壓鑄品可以做出自由曲面形狀的外觀優勢，且透過成份中鎂含量的微量調整以及與熱處理的搭配就可以改變強度，而使用大型的壓鑄品可大幅減少部品數量，焊接長度也可縮短，而且最主要的是其外觀設計性可大幅提升。不過其困難點是模具費用高，以及大型壓鑄機的設備費較昂貴。

四、結語

雖然摩托車在先進國家已呈飽和，但就全球市場而言仍是個需求可望持續成長的領域，因此回收性與再利用性優異的輕金屬其未來發展空間還是相當大。而日本製的摩托車在這一方面已在全球取得領先地位，輕金屬的利用技術已經成為其強大競爭力的後盾。由於油價飆漲，全球汽車市場低迷不振，反觀機車和自行車銷售量卻雙雙創下新高，許多上班族紛紛改騎機車、自行車通勤。國內業者可藉此機會發展差異化利基產品，以拓展內外銷市場。