

日本鑄造技術之進展（上）

金屬中心 ITIS 計畫 劉文海

出版日期：2009.10.02

一、前言

日本鑄造技術是從第二次世界大戰後，以新的形式重現，並藉由引進歐美新技術逐漸發展起來的。1960 年隨著日本的經濟進入高速發展及引進了歐美技術，使日本的鑄件生產逐漸形成了批量化。1970 年日本的汽車產量達到了 500 萬台，鑄件的產量也超過了 650 萬噸，1975 年鑄件的產量突破了 750 萬噸的歷史記錄。從那時開始，汽車用的小型鑄件的量產技術開始被採用，同時用於重機械、造船等大中型鑄件的生產也開始採用了化學粘結材(樹脂砂模)，使鑄造廠的面貌發生了很大的變化，出現了許多綠色工廠。這些幾乎都是借鏡了歐美的技術，加之日本本土的智慧而實現的。之後，隨著汽車生產量的不斷增加，管理技術也提高，並確保了高品質的穩定供貨。這段時期日本的鑄造技術已達到了世界領先的水準，當時也正是鋁合金鑄件開始盛行起來的時期。1990 年起，雖然進入了國際化時代，但 90 年代後期開始日本鑄造業的發展逐漸緩慢，過去的 10 年甚至被人稱之為空白之 10 年。最近日本的鑄造業又開始振作起來，積極利用 IT 技術使鑄造業向新的方向發展。

二.鑄造技術發展動向

1.輕量化的挑戰：超微細化與超薄壁化

砂模大量用於鑄造的主要原因是砂具有：適度的耐火性、能讓氣體通過砂模孔隙的通氣性、價格便宜、可重複使用等特點，因此儘管砂模歷史悠久，卻依然是鋼鐵鑄造法的主流，不過一般砂模鑄造技術對於尺寸大小是砂粒空隙（0.1mm）以下的鑄件就束手無策了。

以往所謂小鑄件的代表就是戒指或假牙這類東西，不過中川等人已經利用精密鑄造技術試作出錄音唱片，也顯示其可以再現聲音。此外野口裕之使用直徑 0.7 μm 的氧化鋁粉末造模，再利用離心鑄造方式，已製作出像螞蟻那麼小的鑄件，

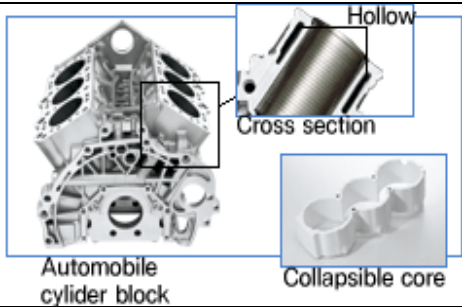
可以完全再現螞蟻的義眼形狀，此種技術之發展預期將會引發新的市場需求。另一方面，超薄壁化一直是以壓鑄為中心發展起來的，因為壓鑄是利用高壓的方式。例如圖 1 所示之平均壁厚 1.0mm 以下的影像編輯盒（420×420 mm）即是以 1200 噸的壓鑄機製造的，如果薄壁化繼續進展的話，可能就會加速鑄件取代板金件了。

壓鑄時有效運用砂心及中空化可達成輕量化的目的，例如圖 2 所示之機械式增壓器葉輪，以往是以鋁合金重力鑄造生產的，現在則改用壓鑄法，並利用新開發的可崩潰性砂心（旋轉式砂心模）而實現中空化及輕量化，圖 3 則為使用可崩潰性砂心生產之中空汽缸體。以壓鑄取代重力鑄造可達到近淨形化，也可使其生產性顯著提升。



圖 1 超薄壁大型壓鑄品

資料來源：東京理化工業所

	
圖 2 中空之機械式增壓器葉輪	圖 3 中空汽缸體及可崩潰性砂心

資料來源：Ryobi Limited

此外，未來輕量化將與高強度化、精密化等技術結合發展：

◎輕量化/精密化：例如複雜形狀之半導體製造設備也能採用鑄造方式，且內部無缺陷。

◎輕量化/高強度化：例如新開發的鑄造技術可令飛機引擎耐熱強度提升 3%~5%。

◎輕量化/免加工化：例如開發近淨形的鑄造技術，可令汽車汽缸體達到 30%輕量化，尺寸精密度由 $\pm 1\text{mm}$ 提高至 $\pm 0.3\text{mm}$ 。

2. 半固態鑄造

半固態鑄造是在液相與固相共存狀態下加以高壓之鑄造方式，原係針對鎂合金而開發的，現正推展應用於鋁材。此技術的優點除了降低澆注溫度外，還有以下優點：

◎單是有固相存在就可以減少凝固潛熱，因此可提高生產性；

◎冷卻速度變快，組織微細化連帶使得強度提升；

◎凝固收縮量減少使得品質提高；

由於觸變成形的半固態鑄錠材料成本較高（約是同成份鋁合金的1.3倍），因此尚未能大幅商業化。在流變成形中，半固態漿料形成後直接可進行成形加工；與觸變成形比較，流變成形具有生產流程短、材料損失少、省能源、設備投資小、連續性強、生產率高等優點，被認為更具工業化前景。近來，日本宇部公司和日立金屬公司先後開發出以流變鑄造為概念的新半固態鑄造製程，而歐美亦相繼開發出流變鑄造之新製程。

從經濟、省能源和簡單靈活的角度來看，一段式成形的半固態流變鑄造越來越受人注意，更能被中小型廠商所接受，預測未來幾年會有更大的工業化發展。流變成形的技術關鍵包括高品質漿料的快速製備、定量澆鑄、模具設計及生產過程自動控制等，半固態流變成形已經成為半固態成形技術的新焦點。