



鋁合金實心型材抽製 製程模擬分析

Simulation and Analysis of Shape Drawing Process
of Aluminum Alloy Solid Profiles

陳怡安

金屬工業研究發展中心
金屬製程研發處
金屬成形組

邵順裕

金屬工業研究發展中心
金屬製程研發處
金屬成形組

王文彥

金屬工業研究發展中心
金屬製程研發處
金屬成形組

關鍵詞(Keywords)

- 線性滑軌 Linear guideway
- 抽製 Drawing process
- 有限元素分析 Finite element analysis

摘要(Abstract)

線性滑軌是一高精度線性運動元件，廣泛應用在各種機械元件運動上。隨著機械精密化，輕量、快速、精密的需求大幅提高，國際標竿廠商均逐漸投入鋁製線軌的開發，其所使用的型材需具備高幾何精度和形狀尺寸精度。

本研究以一線軌之鋁合金實心滑台作為研究標的，利用有限元素軟體 DEFORM-3D 進行 6000

系列鋁合金之表面抽製製程模擬分析，包含摩擦係數、眼模半角、抽製量及承面長度等 4 個設計參數，並結合田口式實驗規劃，進行不同參數條件組合之抽製成形負荷分析。

Linear guideway is a kind of high precision linear motion unit, widely applied to various motions of mechanical elements. Because of the trend of precision, lightweight and rapid, international suppliers start the research on the development of Al linear guideway, and the shape bars of linear guideway are requested of high geometric tolerance and dimensional tolerance.

A solid profile of linear guideway made with aluminum alloy was studied. The shape drawing process of 6000 series aluminum was simulated by FEA software DEFORM-3D. Different friction



coefficient, semi-angle of drawing die, cross-sectional reduction and bearing length of drawing die are considered. The Taguchi method is applied to study the drawing force of different parameter combinations.

1. 前言

隨著精密化機械之產業趨勢，輕量、快速、精密的線性滑軌需求大幅提高，國際代表廠商如 THK、Rexroth 等，均投入鋁合金線性滑軌模組之開發。線性滑軌等精密機械關鍵性零組件，為了能夠達到精確定位之目的，其所使用的素材必須嚴格要求極高的真直幾何精度和形狀尺寸精度。以一般圓棒和條鋼的成形加工方式，從鋼胚鍛壓、連續多道次型材軋軋所製得之圓棒或條鋼，因內部應變分佈不均而造成殘留應力，其再經熱處理所得之製品，常因殘留應力釋放而造成棒材彎曲或扭曲，此類型成形加工缺陷無法以後續研磨加工來改善。

冷間精密抽製製程具有矯直、定寸等改良精度之作用，對於要求幾何精度和尺寸精度的精密機械零件(如導螺桿、線性滑軌、滑塊等)，如採用型軋結合抽製製程，或擠型結合抽製製程，除可改善製品之精度，同時可提高生產之經濟性。

型材之抽製技術文獻最早於 1970 年代被提出，主要應用於將圓棒抽製成標準異形截面 [1,2]，其抽製模具之漸縮部分包含直縮和圓錐二部，使型材的對邊和角隅同時進行成形。韓國 Kim 等人 [3,4] 以 3D 剛塑性有限元素法，分析由圓棒抽

製成六角形、方形和矩形斷面的製程，其使用的模具分為推拔部、圓角部及承面等三部位。此研究得到在相同的面積縮率下，周長比愈大的型材，其應變量和抽製應力愈大。

目前文獻上有許多型材擠製或圓棒抽製成異形截面製程之研究，但是冷間型材之表面精密抽製之研究仍相當有限，在國內積極發展精密機械產業技術之際，極有必要建立相關成形技術，作為模具設計的規範和製程參數設定的依據。因此本研究以一線性滑軌之滑台件作為研究標的，利用有限元素軟體 DEFORM-3D 進行 6063 鋁合金之表面精密抽製製程模擬分析，結合直交表之實驗設計，進行不同之尺寸縮減量、潤滑係數、眼模角及承面之組合，分析對於抽製負荷之影響。

2. 研究方法

2.1 抽製成形基本原理

所謂抽製成形，即是對材料施以拉力，迫使通過眼模之模孔，以獲得所需斷面形狀與尺寸的塑性加工法，亦稱之抽拉或延拉。抽製與其它塑性加工法之比較，具有下列特徵 [5,6]：

- 抽製品的尺寸精度高，表面光滑；
- 適於連續高速生產極小斷面的長製品；
- 抽製之道次變形量與總變形量受到材料伸長率的限制。

抽製加工常用於棒材、線材、管材及型材的生產製造，按其斷面形狀可概分兩類：

- 實心抽製：抽製工件為實心斷面，包括棒材、線材都屬實心抽製。本文探討之鋁合金線軌滑

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】356期・101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

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw