



射出成形組件殘留應力 與黏彈性變形之探討

Studies on the Residual Stresses
and Viscoelastic Deformation of Injected Molded Parts

羅萬中

金屬中心
精微成形研發處
正工程師

吳政諺

金屬中心
精微成形研發處
正工程師

莊道良

金屬中心
精微成形研發處
正工程師

馬寧元

金屬中心
精微成形研發處
正工程師

李新中

金屬中心
精微成形研發處
專案經理

關鍵詞

- 射出成形 Injection Molding
- 殘留應力 Residual Stress
- 三向應變計 Rosette
- 黏彈性變形 Viscoelastic Deformation
- 鑽孔法 Hole Drilling Method

摘要

射出成形是高分子加工最常見操作之一，高品質產品一般不需要主要後續加工處理，然而殘留應力若存在於塑膠組件會影響射出組件之最終形狀與機械特性。殘留應力受到高分子熔融流體、壓力分布、非均勻溫度場與密度分布影響。

模穴充填與冷卻階段之模擬可預測同向彈性固態物體射出後殘留應力場，熱-黏彈性熱力分析可預測組件退火後之變形與殘留應力分布。可利用鑽孔法量測複雜形狀組件、成形組件自表面到中心之拉伸與壓縮殘留應力分布，組件黏彈性退火變形及變形幾何結構可與 3D 掃描器量測結果比較，組件黏彈性熱週期之應力分析亦可預測射出成形高分子組件之長期行為。

Injection molding is one of the most common operations in polymer processing. High quality products are usually obtained without major post-processing treatment. Residual stresses exist in plastic parts affect the final shape and mechanical properties after ejection. Polymer melt flow, pressure distribution, non-uniform temperature fields and density distribution cause residual stresses. Cavity filling, packing and cooling stages are



simulated to predict residual stress field right after ejection by assuming isotropic elastic solid. Thermo-viscoelastic stress analysis is carried out to predict deformation and residual stress distribution after annealing the parts. Residual stresses are measured by hole drilling method with complicated shape parts. The molded specimen has residual stress in tension, compression from the surface to the center of the part. Viscoelastic deformation is predicted during annealing and the deformed geometry is compared with that measured by a 3D scanner. The viscoelastic analysis with a thermo cycle will also be able to predict the long term behavior of the ejected molded polymer parts.

前言

電腦輔助設計(CAE)為已開發多年的技術,已成功應用於組件設計與加工條件模擬,對於高分子組件之射出成形,軟體數值分析可用於鑑定組件形狀,模穴幾何結構及模具製造前之成形條件。各種適用之商業化數值模擬程式已廣泛地改善,經常用於鑑定模具設計與製程加工條件。射出成形組件模擬對解決澆、冒口位置、尺寸大小及緊固力需求等議題甚具效益。在射出成形模擬技術開發中,最具挑戰性任務乃是預測射出成形組件之收縮及設計模具之理想尺寸公差。許多研究在探討射出成形組件之收縮與翹曲問題,部分對塑膠收縮影響甚鉅的加工參數則包括了充填壓力與成形溫度,較高充填壓力與較低成形溫度會

降低收縮。在加工條件對收縮翹曲與殘留應力的影響之研究顯示,較高充填壓力會引起平面及厚度方向較低收縮,而較高成形溫度則會增加厚度方向收縮,但對平面方向之收縮影響較少。

組件經模具射出成形後,因幾何形狀束縛獲得釋放,內部殘留應力會達到新的平衡狀態,而使產品尺寸發生大量變化。射出成形時通常會感應出一殘留應力,不必施加任何外力,即存在於成形組件內。此感應殘留應力會引起射出之瞬間變形及組件長期之熱-黏彈性變形,例如家用器具、汽車與電力設備之短期或長期變形,而影響產品耐久性與品質。因此鑑定殘留應力分布以預測組件於不同環境下之性能變化是很重要的事,殘留應力可能有害或有益,則與當時所處狀況有關,表面壓縮殘留應力可阻止啓始龜裂及增加疲勞強度。

本文將預測具複雜幾何形狀結構射出成形組件之殘留應力,探討殘留應力分布之數值預測、量測與加工條件之關係,提供射出成形組件性能改善相關知識。在同向性彈性及黏彈性固體假設前題下進行組件熱應力分析,熱-黏彈性分析可用於計算某些特定環境下塑膠組件之長期變形,利用熱應力分析預測殘留應力分布,並與鑽孔法量測結果比較,射出後及高溫退火後儲存於室溫之射出成形組件的幾何特性,也可利用 3D 掃描器加以量測。

實驗

薄層去除法是量測塑膠組件殘留應力最常使

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】345 期・100 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