

應用在模具的 5 軸加工軟體技術

出處：2018.09 型技術雜誌(P018-021)

—電氣通信大学 森重 功—

*Koichi Morishige :大学院 情報理工学系研究科 機械知能システム学専攻 教授

〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1

TEL: (042) 443-5411

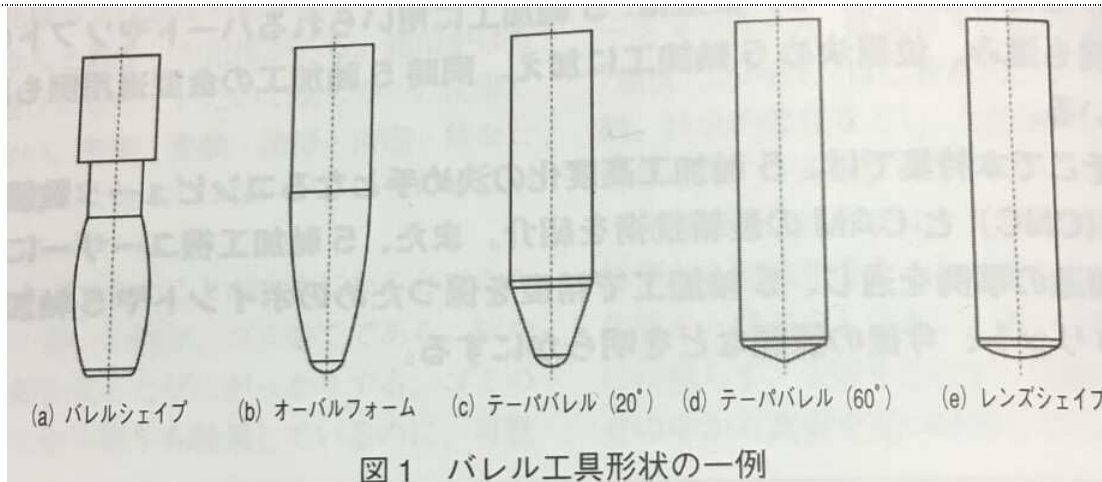
機械加工用的 CAM 和模擬軟體技術日趨成熟，此外，如果提出新的機械加工和工具來提高附加價值，則需要快速增加與它們對應的功能。對於 CNC 設備，也需要 CAM 軟體相當的補償處理。將來與機台、控制設備、工具等硬體整合的 CAD / CAM 軟體的“四位一體”是不可避免的。

本文介紹關於特殊工具、CAM 軟體、CNC 設備，同時介紹對金屬模具有用的 5 軸加工應用技術，並就未來 5 軸加工處理的方向發表看法。

桶形刀具(Barrel tool)的可能性

近來，結合特殊形狀的桶形刀具和 5 軸加工機的高效能曲面加工，其引人注目的是桶形刀具，是一種異形刀具，其旋轉時的輪廓形狀類似於圓筒，因此被稱為桶形刀具。桶形刀具的特徵，即便是緊湊設計的小直徑刀具，也可設定與大直徑工件相同的切削進給來進行高效率加工。如圖 1 所示，考慮到各種用途，桶形刀具外觀包含了橢圓、錐形筒、透鏡等形狀。

為了充分利用桶形刀具的特性，應用在 5 軸加工機是最好的。目前，每個供應商都提供了與桶形刀具相對應用於 5 軸加工 CAM 軟體的功能，並改進使用桶形刀具的環境。



高度而設定非常精細的進給行程。另一方面，圖 4 (a) 的桶形刀具進行的加工，可以針對相同的扇形高度而設定更大的進給行程，加工效率大幅提高。

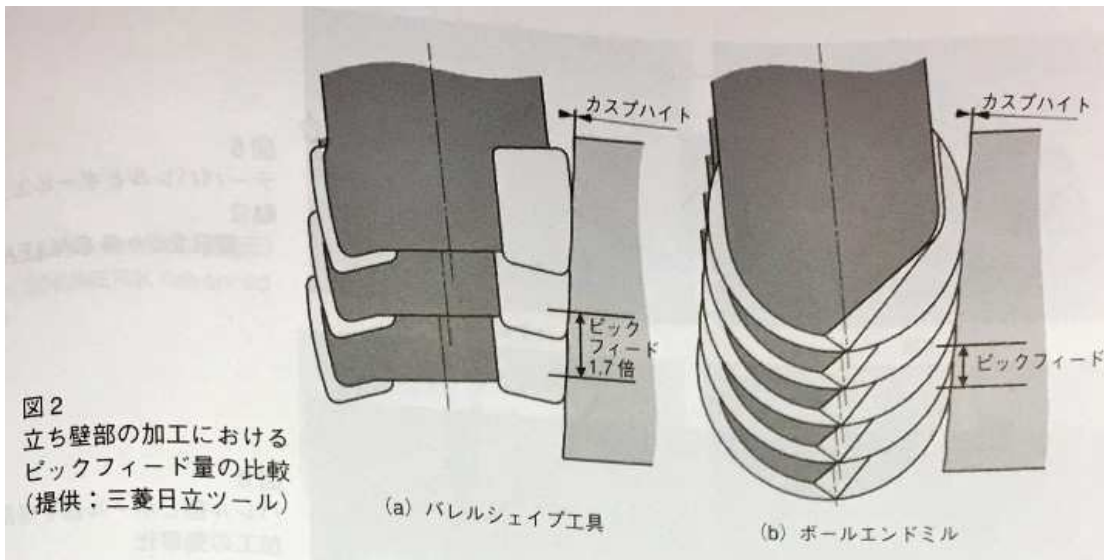


圖3所示底面部分的加工，使用透鏡形狀刀具根據加工表面的曲率適當地控制切割點，相較於同直徑的球頭立銑刀，其加工進給行程較大，並且顯著改善刀具每轉一圈的去除量。

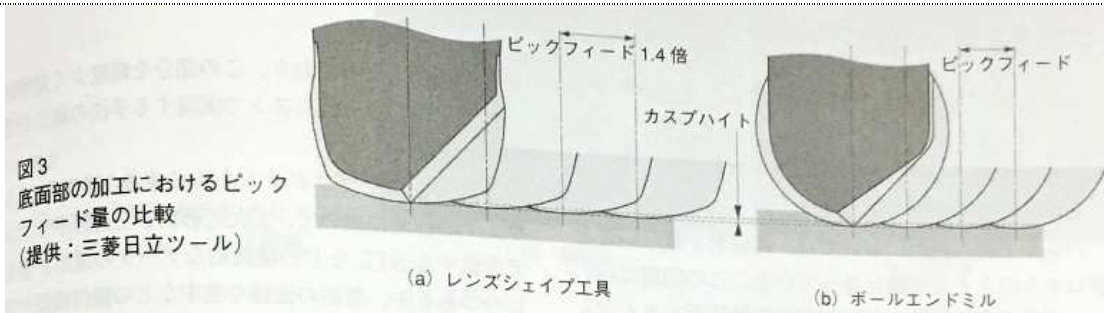


圖4所示，提供外圍部分桶形以及底部透鏡形，帶有兩種切削刃的桶形刀具，如葉輪或底盤在葉翼面和底面的兩個方向進行加工，預計可以大幅減少刀具數及工程數。

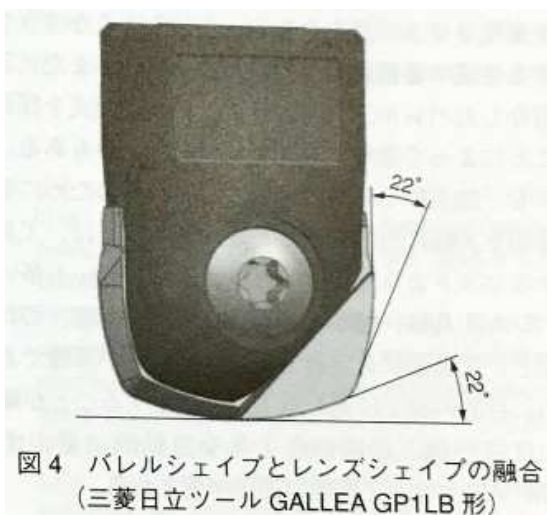


圖 5 所示，提出了在尖端處帶球形切削刀的錐形桶形刀具，可以進行與球頭銑刀相同的 5 軸控制加工。

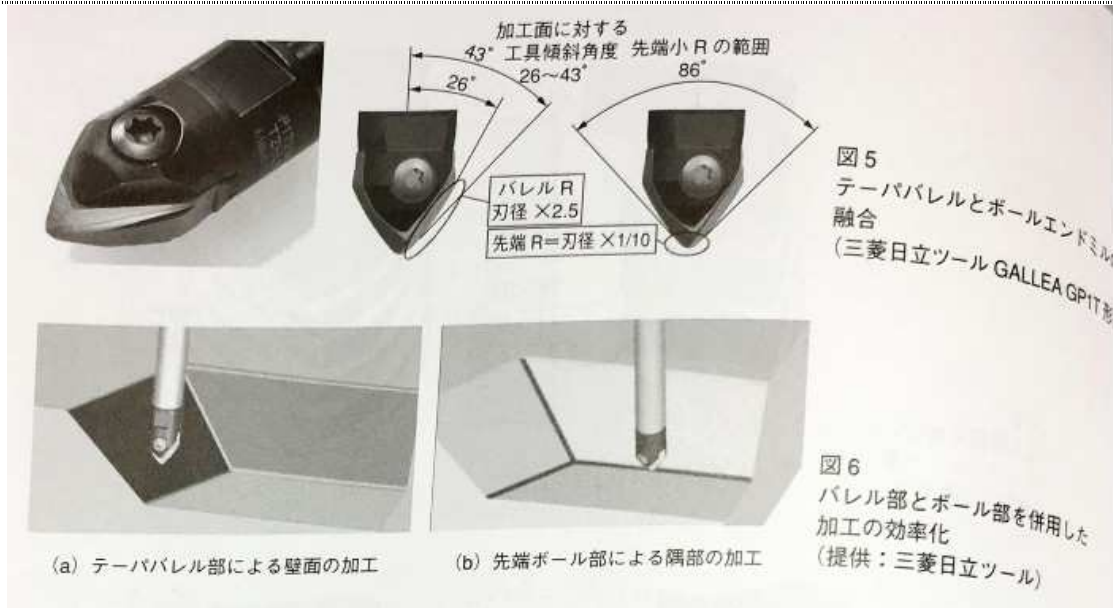


圖 6 所示，角隅部的 5 軸加工要考慮到刀具干涉，適當地使用兩種切削刀：用桶形部加工壁面，用球形部加工角隅，可減少刀具數和工程數。錐形筒形刀具的使用情況，由於尖端部分的剛性因大錐度而增加，另一個優點是，不太可能發生因姿勢變化引起的刀具變形而導致段差。

在桶形刀具的操作中，難以重新研磨是成本問題。相應該問題，控制刀具姿勢，均勻地改變刀刃的接觸點，提供了切削路徑的功能，以改善刀具壽命。此外，就像這裡介紹的桶形刀具，採用刀刃交換式來降低成本。最重要的是，能夠大幅縮短加工所需時間，如後續拋光處理，許多用戶認為它的優勢大於刀具成本。

由於桶形刀具的參數多樣化，例如類型、刀具直徑、錐角、切削刀 R 角等，因此難以選擇適合於預期加工的刀具。期待開發 CAM 軟體功能，可自動選擇適合目的的加工用刀具。

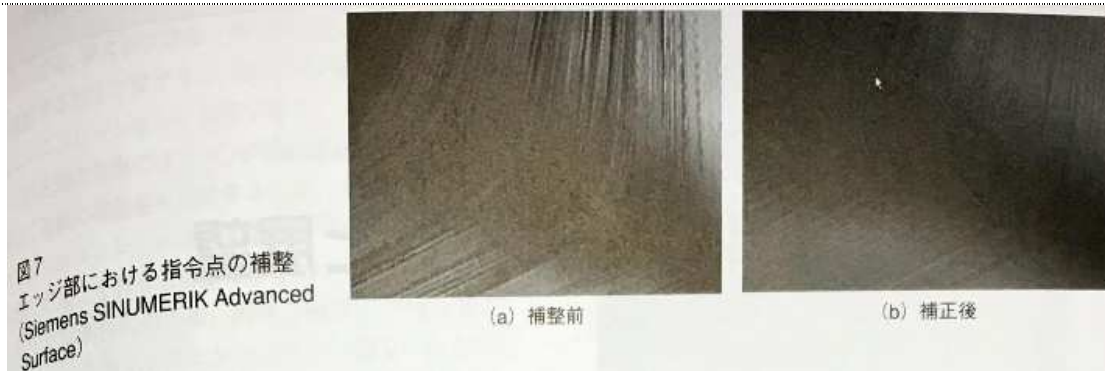
CNC 設備中的指令點和刀具姿勢的補正

為了獲得高品質的加工表面，除了機台的性能之外，CNC 裝置及加工程式等要素技術也很重要。諸如在加工模具的自由曲面時，微小線段連續指令的部分增加成為問題，需建立低成本高精度以及有效率的加工處理手法。

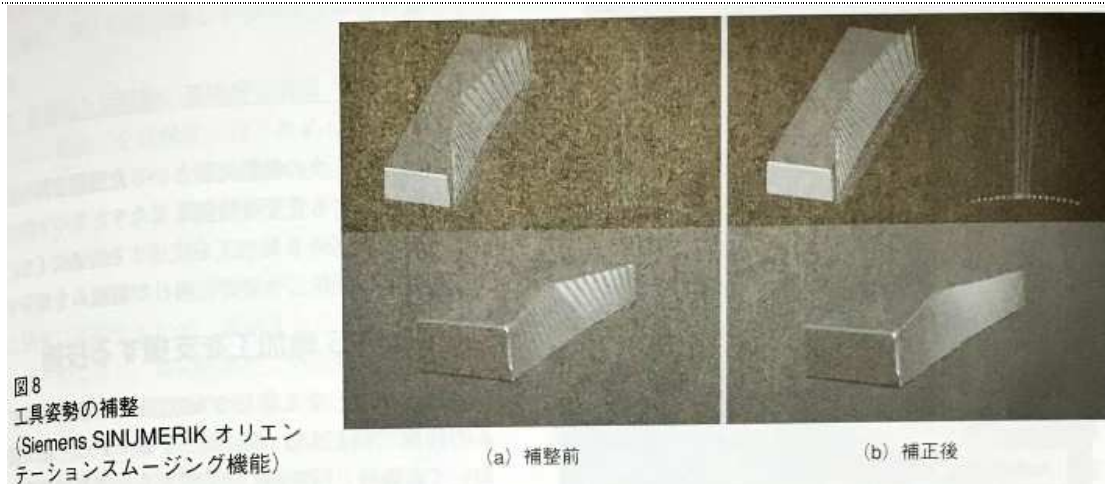
另一方面，CAM 軟體用在建立加工程序上，近似具有三角形多邊形的三維形狀，運用 STL 的離散數據變得普遍，諸如曲面法線和曲率等，缺少幾何資訊以及頂點/稜線之間的相位關係，難以配置適當的指令點。最初被認為是 CAM 軟體需要改進和 CAM 操作員技能要解決的問題，目前 CNC 製造商已提出了分析 CNC 機台內部加工程序以補償指令的功能，作為容易提高加工表面品質的手法而受到關注。

由於微小線段有變化，為了避免在指令集中的點處發生減速，利用曲線補間重新配置容許公差範圍內的指令點，不僅提高 CNC 設備的處理速度、縮短 Cycle Time、提升加工表面的品質，並付諸實際應用。我認為這是解決問題的重要方法。

此外，加工程序的指令點未在相鄰路徑中對準時，會產生低品質的加工表面。例如，在加工邊緣部分時，對準每個路徑的指令點，可清晰看出其加工品質，如圖 7 所示。



5 軸加工中，刀具姿勢的影響也很大。據報導，刀具姿勢的突然變化會使加工表面的屬性惡化。圖 8 所示，提供了校正 CNC 裝置內部的刀具姿勢並減小對加工表面的影響的功能。



我們介紹了特殊工具、CAM 軟體、CNC 裝置設備的努力，皆與模具的 5 軸加工應用有關。希望本文的內容能引起讀者的興趣，就個人而言，建立 NC 程序以及操作員和機台之間的介面，可以說印象中是 CNC 裝置的負載集中，但 CAM 軟體也有許多問題需要解決，軟體供應商和研究機構的角色預計會變得更加重要。

最後，我要向參與刀具製造商、CAD / CAM 供應商和 CNC 製造商表示最深切的謝意，他們在撰寫本文時提供了寶貴的資料。