

金型磨きレス切削加工技術

國枝直貴^{*1}

Milling Process Technology Makes Mold Polishing Unnecessary

Naoki Kunieda^{*1}

1. はじめに

BEV化や自動運転拡大に伴い車内空間に求められる機能が変化している。イルミネーション製品（以下イルミ製品）においては、安全性を確保するために、照らす以外に通知等の機能が要求されており、広範囲かつ高輝度になる傾向にある（図-1）。イルミ製品にはレンズが必要だが、これらの要求を満たすために、レンズには高い表面の面粗度と高い形状精度が必要である。

今回は、レンズの要求精度を満たすために、金型として技術確立した内容を紹介する。



図-1 BEV化に伴う車室内イルミの変化

2. 現状の切削加工の問題点と課題

金型の要求精度項目は面粗度と形状精度の2つがある。現状の切削加工レベルでは形状精度は十分確保できるが、表面に微細な凸凹が残るため、面粗度が確保できず、手磨きを要する。通常手磨きを入れることで形状精度は崩れるが、従来製品では許容範囲であるため、精度は確保できる。しかし今回の製品は形状精度要求値も高くなり、手磨きでは形状精度が確保できない（図-2）。よって切削加工の高面粗度化を課題と捉え、技術確立を進めた（図-3）。

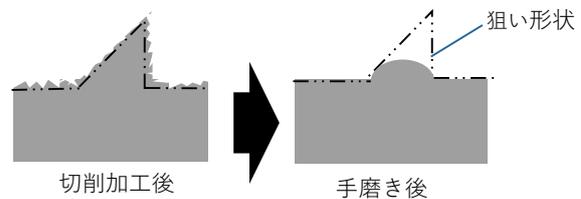


図-2 手磨きによる形状くずれ



図-3 従来の切削加工の課題

3. 高面粗度化の考え方

切削加工には加工機・切削動作・金型材料・刃具の4つの要素があり、それぞれ組み合わせることで加工が成立する（図-4）。そのため金型の品質・コスト・納期は、これらの組み合わせで決まる。そこで、各要素が持つ因子を抽出し、その中から面粗度に影響が大きいものを選定し、水準を推定できれば、最適な要素の組み合わせが決まり、高面粗度化につながると考えた。

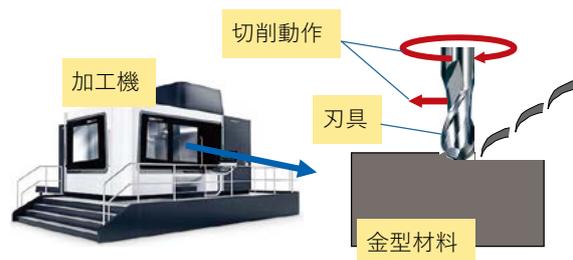


図-4 切削加工の4つの要素

*1 モールド事業統括部 金型技術室

4. 因子の選定と水準の推定

4-1. 因子の選定

各要素の持つ因子を抽出し、その中から面粗度に影響の大きいものを選定した(表-1)。その理由を4-2.で述べる。

表-1 因子選定表

4つの要素	因子			
加工機	分解能	振動	熱変位	軸剛性
切削動作	切削抵抗	振動	点群のばらつき	
金型材料	介在物の大きさ	硬度	韌性	化学的特性
刃具	硬度	韌性	化学的特性	

面粗度に影響の大きい因子

4-2. 選定理由と水準の推定

まず加工機と切削動作では、因子として、振動を選定した。切削加工では、加工機による振動と切削動作による振動が同時に発生する。この振動が刃具を通して、加工面に転写され、加工方向の面粗度に影響を与える。一般的に振幅は面粗度の4倍程度になる相関がある(図-5)。振動の振幅を目標の面粗度の4倍以下に抑えなければならぬと推定した。

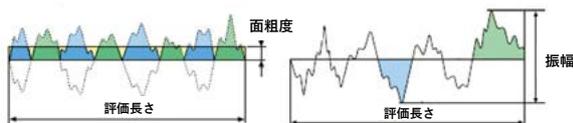


図-5 面粗度と振幅(加工機と切削動作)

金型材料では、介在物の大きさと硬度を選定した。介在物が大きければ、切削加工の際に、この介在物が脱落することにより、表面に大きな凹みが発生し、面粗度が悪化する(図-6)。介在物の大きさが目標面粗度の4倍以下に抑えなければならぬと推定した。材料硬度が低い材料は、切り屑を切り離す際に、むしれが発生し、面粗度を悪化させる。加工テスト結果より、HRC50以上の硬度が必要であると推定した。

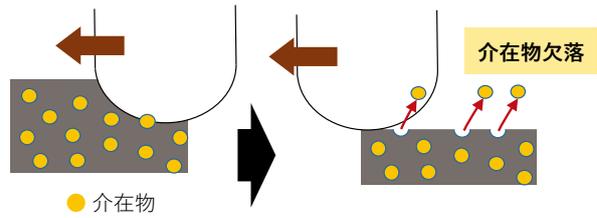


図-6 介在物(金型材料)

刃具では、因子として硬度を選定した。切削加工中、刃具は常に高い切削抵抗を受け、刃具が欠ける。そのため刃具は切削抵抗に耐える硬度が必要である。刃具には、金型材料の5倍の硬度が必要であると推定した。

5. 検証結果

推定結果より選定した4つの要素にて加工検証した結果、面粗度は低減できたが、目標は未達であった(図-7)。そこで有識者と協議し、対策を立案した。

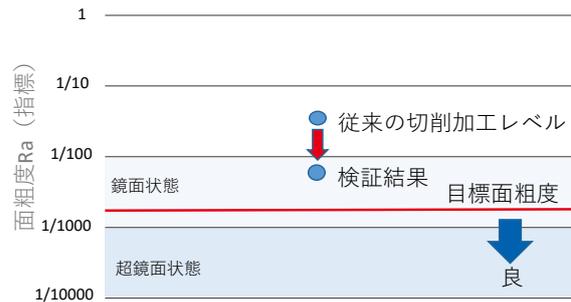


図-7 面粗度検証結果

6. 対策立案

今回、長年にわたり切削加工の研究に携わっている大学教授に刃具に関して協力いただき、新たな因子として、母材粒子径と粒子間結合力を加えた(表-2)。

表-2 因子選定表(対策立案後)

4つの要素	因子				
加工機	分解能	振動	熱変位	軸剛性	
切削動作	切削抵抗	振動	点群のばらつき		
金型材料	介在物の大きさ	硬度	韌性	化学的特性	
刃具	硬度	韌性	化学的特性	母材粒子径	粒子間結合力

面粗度に影響の大きい因子

アドバイスとしては、切削加工面には、刃具形状が転写されるため、その形状精度が面粗度に影響を与える。その形状を決める因子が母材粒子径である。また切削加工中には粒子の欠落が発生し、刃具の形状精度が悪化していくが、粒子間結合力をあげることにより、欠落を抑えられるというものであった（図-8）。

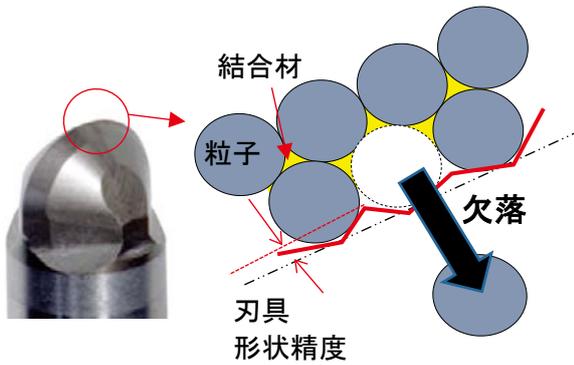


図-8 粒子の欠落（刃具）

刃具粒子径は、目標の面粗度の4倍以下に抑えなければならないと推測した。

従来、粒子間の結合には、結合材を用いており、粒子間結合力が低く、粒子の欠落が発生していた。結合材を用いない刃具を使用する必要があると推測した。

7. 結果

刃具に新たな因子を追加し、選定を見直して検証を実施した結果、目標の面粗度を達成した（図-9）。

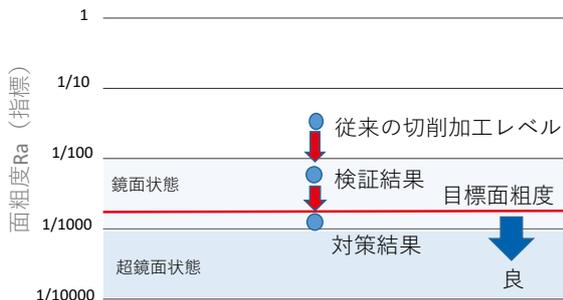


図-9 対策結果

8. おわりに

大学教授のアドバイスを受けながら、4つの加工要素を持つ因子から面粗度に影響あるものを選定し、その水準を推定することで、目標面粗度を達成することができた。

今回の技術は、加工できる製品サイズに制約がある。今後、外装製品においても高面粗度が求められるため、加工可能面積を広げていく必要がある。上記の考えを基本に技術開発を継続していく。

最後に、本技術を確立させるにあたり、ご協力いただいた方々へ厚く謝意を表します。

著 者



國枝直貴