

精密加工用仮止め接着剤により樹脂薄板を固定しての 立フライス盤切削加工の試み

小林浩三

筑波大学人間総合科学等支援室（医学系）
〒305-8575 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

精密加工用仮止め接着剤は、研削加工などの際、金属の固定に用いられる。一般的な製品は、樹脂が変形する温度より軟化点が高く、樹脂の固定には不向きである。しかし、一部の製品において軟化点が比較的低い温度の製品があった。そこで、新たに精密加工用仮止め接着剤を用いた樹脂板の固定方法を考案し、試してみたところ、良好な結果が得られたので報告する。

1. はじめに

筑波大学臨床医学系整形外科の依頼により、医学工作室で、マウスの脚部に創外固定器を装着する際に使用される手術台を製作した(図1)。この装置は、マウスを用いた動物実験において評価が高く、国際会議でも報告された^[1]。

更に、時間当たりの手術数を大幅に増やし、MRI解析にも直接使用できる、改造型の新たな手術台の作製の依頼を受けた。この改良するに当たり、図2に示した部品が必要になった。しかも、MRI解析を実現するために、使用材料として樹脂を用いることが要求された。しかし、樹脂板に加工を施すには、板の固定方法を工夫する必要があり、従来の方法では困難であった。



図1. 手術台



図2. 手術台の部品

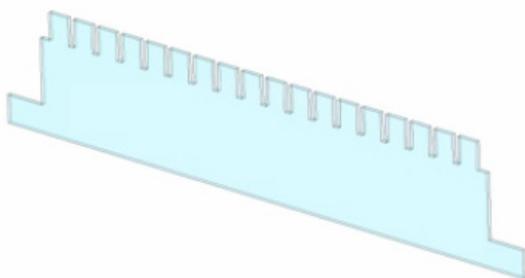


図3. 樹脂製薄板部品
厚さ 1mm、横 150 mm、縦 35 mm

樹脂板の厚さは、材質、種類により様々である。カタログで紹介されているアクリル樹脂の厚さは 1 mm 以下から 100 mm 以上の製品までラインナップされている。ここで扱っている薄板とは、2 mm 以下を指すことにする。

立フライス盤での樹脂薄板の切削加工は、ワークの固定時に発生する変形、及び切削加工時に発生する変形を防ぐ工夫が必要である。従来、筑波大学医学工作室において、樹脂薄板の加工は、(1)捨て板による固定、(2)両面テープによる固定での切削加工を行ってきた。いずれの方法も長所・短所があり、その制約の中で、完成した製品が仕様を満たす方法を選択し組み合わせながら加工してきた。

2. 従来の加工法

筑波大学医学工作室でこれまで行ってきた薄板の加工方法についていくつか振り返ってみる。図3の形状の部品の加工は、以下の2つの方法で行ってきた。両方法ともあらかじめ外径を捨て板とともに仕上げておく。

共通した特徴は、同時に複数枚の加工ができる点である。反面、捨て板により挟んで加工するため薄板面の加工が困難である。

2.1 方法1

薄板の面が切削工具の軸と平行する、すなわち立フライス盤においては、テーブルに対して薄板のワークが垂直な向きに固定する方法である。具体的には、テーブルに装着したマシンバイスに薄板を立てた状態で固定して切削加工を行う。図4の様にワークを捨て板で挟んで同時に加工する。加工形状によ

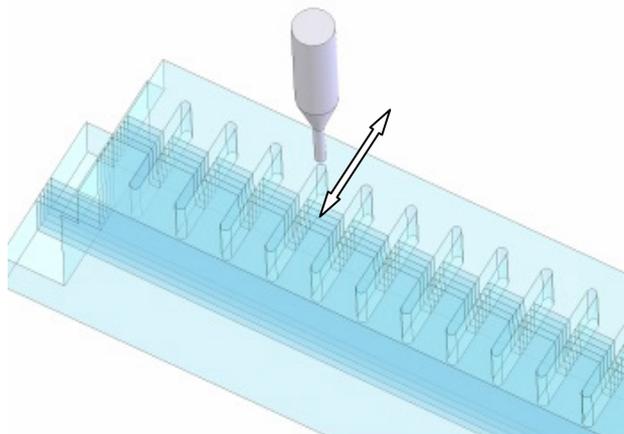


図4. 薄板加工方法1

り捨て板は都度準備する必要がある。同時に複数枚加工できる反面、溝の深さは、切削工具の刃長によって決定する。

2.2 方法 2

切削工具の軸が薄板の面と垂直に交わり向く、すなわち、テーブル面と平行に固定して切削加工を行う。この場合、溝の長さは、ほぼ捨て板の強度などにより決まる。また、一度に切削できる枚数は、切削工具の刃長以下となる。(図 5)

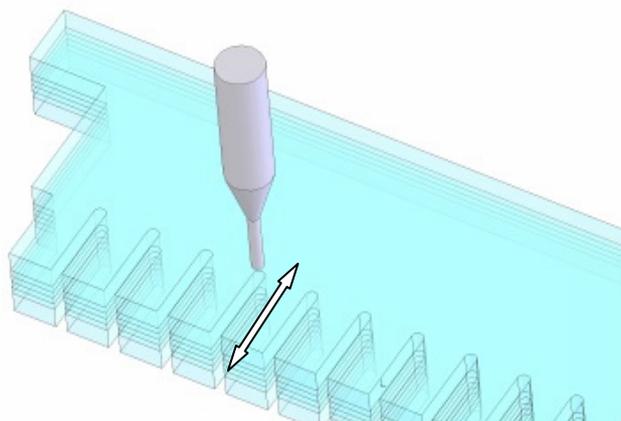


図 5. 薄板加工方法 2

2.3 方法 3

ワークを固定するための台を準備して、両面テープによりワークを貼り付けて固定する方法である。図 6 のように、薄板の片面への加工が可能な固定方法である。欠点として、固定台からワークを取り外すとき破損する可能性がある。この方法は、板の厚みや加工する形状から判断して、使用するかを決定する必要がある。

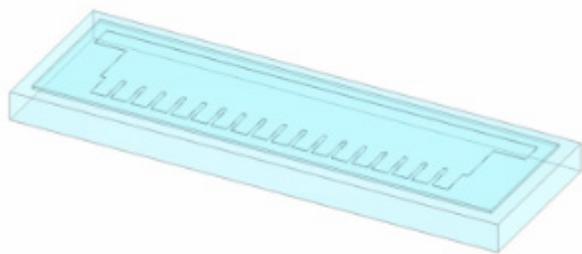


図 6. 両面テープによる加工

3. 仮止め接着剤を用いた新加工法

3.1 材料

今回、切削加工に使用した仮止め接着剤は、シフトワックス 5405S (日化精工株式会社製) である。

軟化点は、カタログ値で 46°C と比較的低い温度となっている。熔融温度のデータは、記載されていない。当工作室で接着剤を加熱し確認したところ、およそ 60~65°C で粘性のある液状の状態に熔融した。この温度は、アクリル材料での一般的な熱変形温度以下であることから、ワークを固定したり、はずしたりするのに加熱しても不都合はないと期待される。

接着力(引張剪断強度)は 4.6 N/mm² となっている。現在、最適な加工条件を詳細に検討中であるが、今回の切削加工では、従来の方法と比較し、送り速度・切り込値とも低下してはいるものの使用に耐えうる条件を既に得ている。

3.2 方法

ワークを接着剤で仮止めするための固定台を準備する。固定台の材質・形状は、ワークの材質や加工方法、機械への取り付け方法などにより選択する。加工例 1 (図 7) で固定台となる板は、ワークより十分大きい。更に、熔融した仮止め接着剤が固定台から、こぼれ落ちない様に、ワークより大きな凹み状のプールを作った (図 8)。

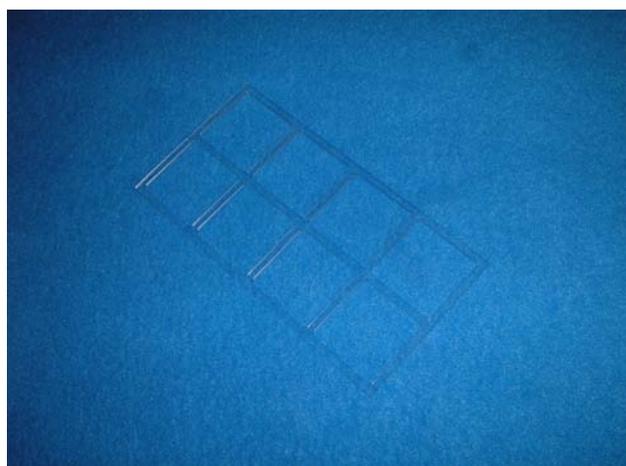


図 7. 加工例 1. アクリル樹脂: 厚さ 1 mm、横 90 mm、縦 46 mm、格子の幅 2 mm



図 8. 固定台とワーク

ワークと固定台の接着は、仮止め接着剤が溶融する温度に、ワーク・固定台・仮止め接着剤を加熱する。仮止め接着剤が溶融したら、ワークと固定台の間に気泡が入らないように、密着して大気中で常温まで冷却する。

取り外すときは、再び、仮止め接着剤が溶融するまで、加熱すれば簡単にはずすことができる。

固定台は、ワークとともに切削加工されると、溝などの跡ができる。これらの固定台は、条件により再使用が可能である。これは、固定台上にワークを乗せたとき、固定台の面とワークの面とが平行で、仮止め接着剤が固定台の溝などに、すき間なく流れ込んで、密着する場合である。(図9)



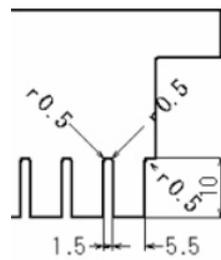
図9. 固定台を再利用している様子

3.3 加工例

以前、切削加工した部品を仮止め接着剤による固定法で加工した(図10)。写真のくし状部分(図中、丸)の拡大した設計図を右に示した。

これまで1.5 mmの幅の溝の寸法は、直径1.5 mmの切削工具を使用して加工した時に得られる寸法とした。この寸法は、加工条件等の工夫により、要求された公差の範囲内になっている。

今回の加工では、直径1 mmの切削工具を用いて1.5 mmの溝を加工した。従って、溝の角部は、コーナ半径が0.5 mmとなっている。



拡大設計図



図10. 加工例2

ワークの材質は、アクリル板で厚さ1 mm、外径は、横150 mm、縦35 mmである。加工条件は、回転数750 rpm、送り50 mm/minで、切削工具は、ハイス鋼製直径1 mmのエンドミルを使用した。

加工例で示した部品は、仮止め接着材での固定の利点を生かした切削方法と考えられる。

3.4 手術台部品の作製

図11は、マウスの手術台の部品のイメージ図である。材質は、強度があり、かつ適度な弾性のあるポリアセタール樹脂を用いた。

この部品の厚さは1.5 mmで、一部段差があり、薄

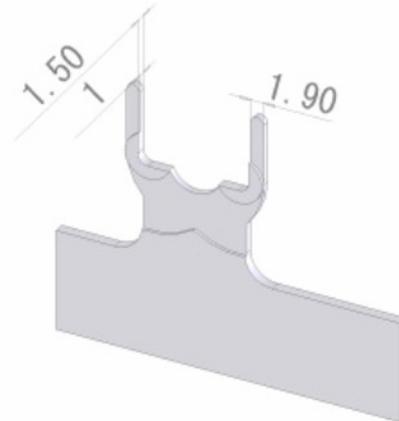


図11. 加工例3のイメージ図

いところは1 mmの厚さである。この厚みの材料は、規格上入手が困難なため、仮止め接着剤を用いた固定での加工で2 mm厚の材料から1.5 mm厚の板を削り出した。加工条件は、ハイス製エンドミル外径60 mm、回転数110 rpm、送り27 mm/minである。

外径の切削、段差の切削は、外径3 mmのエンドミル、回転数750 rpm、送り50 mm/minである。

4. まとめ

本報告のテーマとなった手術台の部品は、要求された形状に加工することができた。この樹脂薄板の接着剤による固定法により、従来困難であった、形状の加工が比較的安易になった。現在、更に検討を重ね、より薄く、より細かい加工を可能とする筑波大学医学工作室で新しい加工法の開発を進めている。

文献

- [1] D. Nozawa, K. Kobayashi, T. Ishii, N. Ochiai, A murine model of distraction osteogenesis – a new devise for apparatus fixation, Abstract for 4th Meeting of the A.S.A.M.I. International, Kyoto, Japan, 2007.