

2. 2 シュリンクフィッタの応用

締めりばめは、他の接合方法に比べて心出し精度が良く、大量生産に組み入れやすい事が特徴だが、従来、光学部品を締めりばめすることは、温度変化によりレンズのシメシロが変動し、接合精度に影響を与えるのでおこなわれなかった。今回シュリンクフィッタ（レンズと鏡筒の間に挿入する熱膨張係数の高いリング）を用いることで改良を図った。

◎ シュリンクフィッタの利点、注意点

利点

- ①心出し精度が良い
- ②温度変化に強い
- ③振動や衝撃に強い

（メンテナンスフリー）

注意点

- ①接合面における形状誤差の影響
（真円度、円筒度、粗さなど）

図2に従来のレンズ鏡筒とシュリンクフィッタを組み込んだレンズ鏡筒を示す。

図のように従来の鏡筒では、レンズ6枚をスペーサーで1枚ずつ光軸を合わせながら軸方向に固定していたが、今回の改良型ではレンズを一体型で固定した。

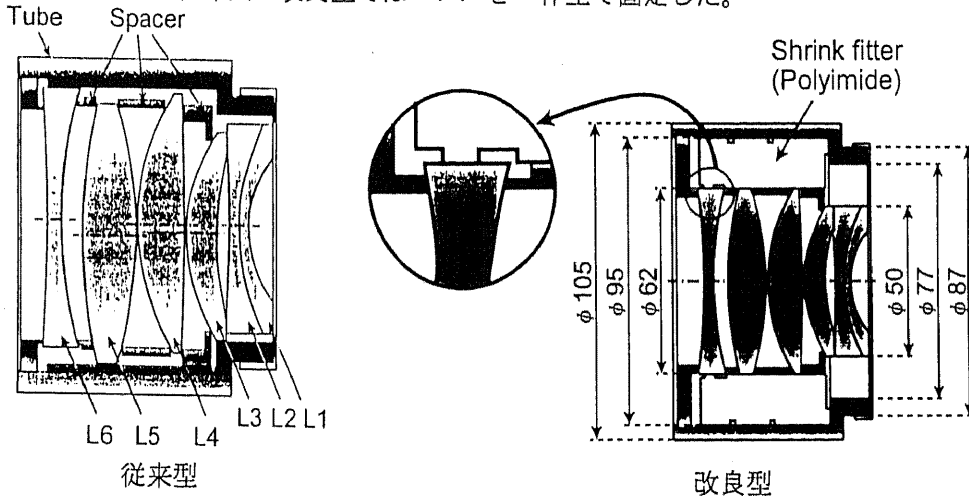


図2 レンズ鏡筒

3. 加工実験

3. 1 加工図面

図3に加工図面を示す。加工当初はポリイミドを加工していたが、価格が高価でありまた、レンズの構成上大きい物と小さい物を別々に加工後、組立・調整をするなどの問題があったので材料を安価なアクリル材に変更した。シュリンクフィッタは旋盤加工後万能フライス盤で60°おきに1mm幅で合計6本のスリットが施されている。

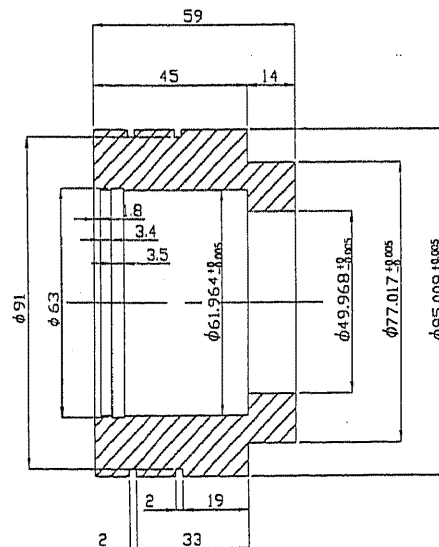


図3 加工図面

3. 2 予備加工

3. 2. 1 加工機械

図4に加工機械を示す。機械仕様は以下のようにになっている。

機械仕様

主軸回転数 (rpm)	送り速度の変換数及び範囲
35, 50, 70, 100, 140	縦送り 24種
200, 280, 400, 560	(0.05~0.7 mm/rev)
800, 1120, 1600の12種	横送り 24種
	(0.05~0.7 mm/rev)

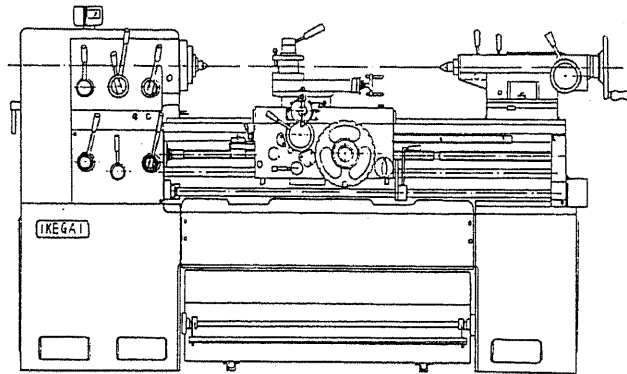


図4 汎用旋盤 (池貝鉄工製 AM-20型)

3. 2. 2 加工工具

図5にバイト刃先部の名称と刃先角について図6にスクイ角の大きさと切削力示す。加工において重要なことはスクイ角の設定である。スクイ角を大きくすれば切削抵抗は小さくなる。別の言い方をすると、スクイ角が大きいと切粉のせん断角が大きくなって切粉は薄くなり、切粉がスクイ面を押し付ける力は小さくなる。また一方でスクイ角が小さい場合は、切粉のせん断角が小さくなり、バイトを押し付ける力のかかる位置は後方に下がり、切削抵抗が大きくなる。しかし、スクイ角を大きくすれば切削抵抗は小さいがバイトにかかる力が細い刃先端にかかるので適切な角度設定が必要である。予備加工では、刃先形状の成形がしやすく、微少な切り込みが可能で製品の加工時に、熱変形をあたえにくいと考えられる高速度鋼バイトの丸剣形と中ぐり形を使用し、中ぐりバイトについて、横逃げ角(15°)、前切刃角(主切刃)(4°)、横切刃角(5°)を一定とし、スクイ角(α)を0°、13°、35°の3種類を設定して加工を行った。

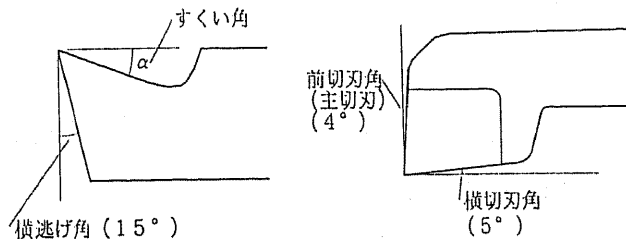
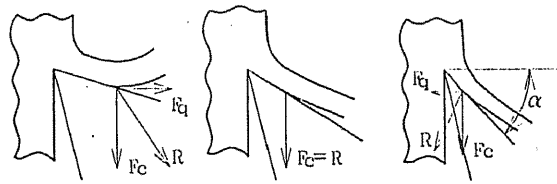


図5 バイト刃先部の名称と刃先角



スクイ角 α : 小 α : 大 α : さらに大
 R : 大 R : 中 R : 小
 (F_c = 主分力 R_q = 背分力 R = 切削力)

図6 スクイ角の大きさと切削力

4. 加工

図7に加工後のアクリルの切粉を表1に加工結果を示す。

加工条件

主軸回転数 (rpm) ……140, 280

スクイ角 (α) ……0°、13°、35°

送り量 (mm) ……0.05, 0.1

切り込み量 (mm) ……0.5, 0.1, 0.01

切削油 ……なし

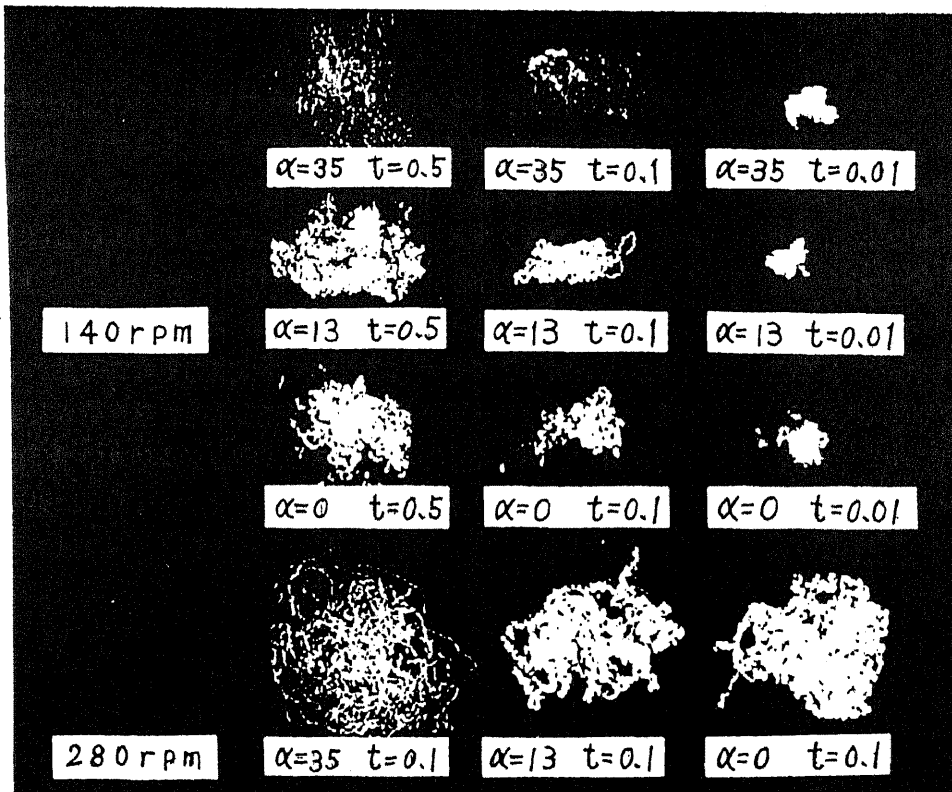


図7 切粉形状

表1 加工結果 (切り込み量 t)

主軸回転数	スクイ角	t=0.5	加工面	t=0.1	加工面	t=0.01	加工面
140	$\alpha=35$	流線形	良	流線形	良	判別不能	良
	$\alpha=13$	収縮形	やや良	やや収縮形	やや良	同じ	やや良
	$\alpha=0$	収縮形	不良	収縮形	不良	同じ	不良
280	t=0.1	$\alpha=35$	不良	$\alpha=13$	不良	$\alpha=0$	不良
		流線形		収縮形		収縮形	

5. 測定

シュリンクフィッタは、大・小各4個加工し加工後、三次元測定機で長さ方向に外形、内径とも各4ヶ所測定を行った。図8に測定結果を示す。

Shrink Fitter (Small)

Diameter [mm]

measurement	SS1		SS2	
	Inner	Outer	Inner	Outer
Design value	49.953	77.032	49.958	77.027
first (upper)	49.941	77.022	49.943	77.025
second (upper)	49.942	77.024	49.942	77.025
third (lower)	49.947	77.026	49.949	77.024
fourth (lower)	49.945	77.027	49.948	77.023
average	49.946	77.025	49.946	77.024

measurement	SS3		SS4	
	Inner	Outer	Inner	Outer
Design value	49.963	77.022	49.968	77.017
first (upper)	49.951	77.010	49.948	77.009
second (upper)	49.951	77.011	49.951	77.006
third (lower)	49.955	77.017	49.951	77.011
fourth (lower)	49.957	77.017	49.953	77.013
average	49.953	77.014	49.951	77.010

Shrink Fitter (Big)

Diameter [mm]

measurement	SB1		SB2	
	Inner	Outer	Inner	Outer
Design value	61.949	95.024	61.954	95.019
first (upper)	61.940	95.020	61.939	95.014
second (upper)	61.940	95.020	61.938	95.013
third (lower)	61.947	95.026	61.951	95.022
fourth (lower)	61.943	95.023	61.952	95.021
average	61.943	95.023	61.945	95.018

measurement	SB3		SB4	
	Inner	Outer	Inner	Outer
Design value	61.959	95.014	61.964	95.009
first (upper)	61.939	95.006	61.951	95.004
second (upper)	61.939	95.006	61.953	95.002
third (lower)	61.955	95.009	61.958	95.003
fourth (lower)	61.950	95.008	61.957	95.004
average	61.946	95.007	61.954	95.003

図8 測定結果

6. まとめ

今回の加工は、加工時の熱変形を受けやすいアクリル材の加工を切削油を使用しない条件下で行ったが、測定結果からもわかるように、機械の選択（剛性のある機械を使う）、適切な工具を選択（加工物にあった刃物材質、刃先形状の設定）、精度の高い測定器を選択（1/1000 mmの測定が可能な外径・内径マイクロメータやダイヤルゲージなど）することにより、外径・内径とも誤差数 μm に加工することができた。このシュリンクフィッタを組み込んだレンズ鏡筒でのレーザースポット径は、従来法の場合が $13.4\ \mu\text{m}$ であるのにたいし $8.5\ \mu\text{m}$ と大幅に改善され高精度化がはかられた。

最後に本報告を行うにあたり、いろいろとご協力いただきました自然科学研究科の新田 勇助教授ならびに研究室の学生諸君にお礼申し上げます。