

適正クリアランスの検証

1、検証用金型の説明

本金型は、図1に示す通り20mm×20mmの四角で角にR1,R3が付いた形状を9ヶ抜く金型であり、パンチとダイのクリアランスは、図1で示すように片側2 μ m、5 μ m、10 μ m、20 μ m、30 μ m、50 μ mのクリアランスが個々に設けてある。(図2で、クリアランスを説明する)

また、実線内の3ヶ所は、パンチとダイプレートの刃先面に切削鏡面加工がされており、該当試料に「F」と記載、それ以外の6ヶ所は、平面研磨機で砥石#150にて研磨仕上げされており、該当試料に「N」と記載し、刃先面の仕上げ品質による影響も合わせて検証している。(刃先が損耗するまでの初期のみが対象)

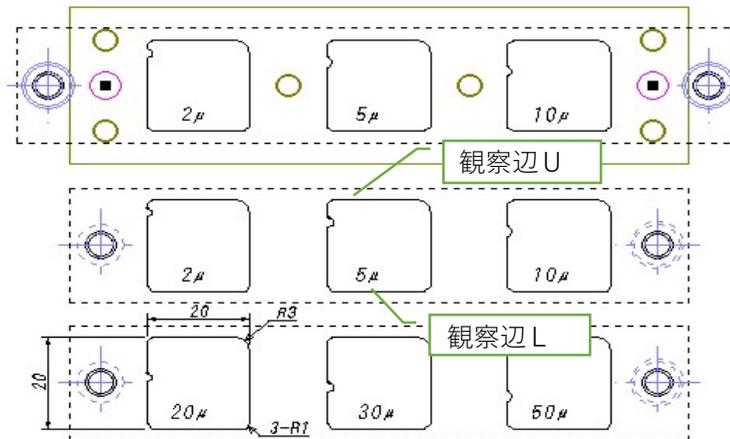


図1：金型レイアウト図

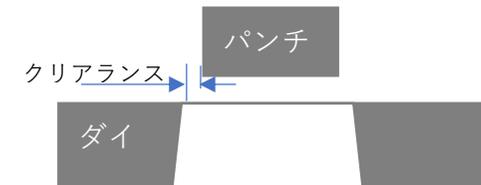


図2：クリアランス説明

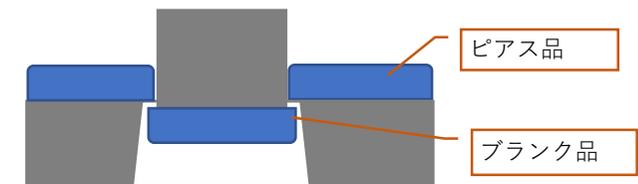


図3：抜き加工した品の表現名称

各部品の面粗度

- ・上型のピースパンチ⇒ N部：側面=Ry0.2 μ m、刃先面=Ry0.3 μ m、 F部：側面Ry=0.2 μ m、刃先面=Ry0.035 μ m
- ・下型のダイプレート表面⇒ N部=Ry0.6 μ m、 F部=Ry0.035 μ m、

※Fの刃先仕上げ加工は、ファナック株式会社のご協力により、超精密加工機 ROBONANO α -NMiAで加工いただきました。

一般的には、刃先を鏡面研磨するとダレが発生しますが、本加工では、ダレが発生することなく、鏡面仕上げとなっています。

2、レポートで記載された記号について

- ・図3で示すとおり、パンチとダイが噛み合ってきた穴のあいた試料を「ピース品」と表現し、抜け落ちた試料を「ブランク品」と表現する。
- ・鏡面仕上げを「F」、一般研磨仕上げを「N」と略す。そして設定クリアランス2 μ は「2」と略し、合わせることで鏡面仕上げ部のクリアランス2 μ mで加工した試料は「F2」略す。

3、検証内容

試料：今回のレポートは、アルミA5052H t0.1 とポリイミドフィルムPI t0.2を対象とした。

4、検証結果

別紙レポート RD/repo 1-2, RD/repo 1-3

本書は、ピース品の断面を観察している。

パンチとダイの偏芯を確認するために加工した四角穴の上下の辺（辺U、辺L）を観察している。

	F : 2 μM (F2)	F : 5 μM (F5)	F : 10 μM (F10)
辺U バリ面			
辺U 断面			
辺L 断面			
R 3 / R 1			
N : 2 μM (N2)			
辺U バリ面			
辺U 断面			
辺L 断面			
R 3 / R 1			
N : 20 μM (N20)			
辺U 断面			
辺L 断面			
R 3 / R 1			

【考察】

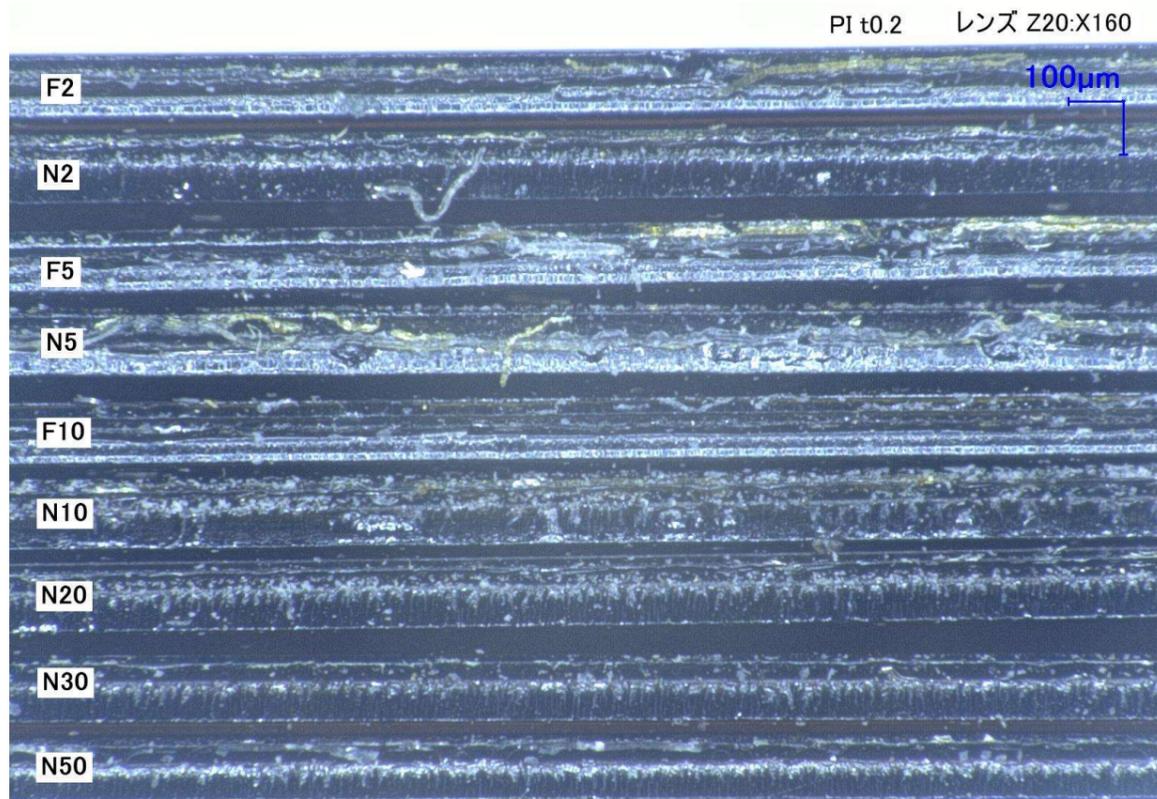
- 1、ダイとパンチの偏芯については、N2、N5で偏芯を感じるが、パンチとダイが干渉していることもないことから、許容範囲とする。
- 2、クリアランスが増えることに剪断面が少なくなり、破断面が増えていく。
- 3、クリアランスが $30\mu\text{m}$ 以上になると、肉眼でもバリが確認できる。 ( 枠部はバリを示している)
- 4、辺Uバリ面の比較では、F2、F5、F10に比べ、N2、N5、N10に大きな崩れが多発していることが確認できる。 ( 枠部)
辺Uの断面 ( 枠部) を比べると、FとNは略同様のクリアランスと考えられ、この崩れの要因が刃先仕上げに起因していると思われる。
FとNの辺U断面、辺L断面を比べると明らかにFの断面の方がスッキリとシャープに抜けていると思われる。
- 5、また「R3/R1」は、辺Uの左右にある角Rであるが、F2、F5、F10に比べN2、N5、N10に顕著なバリが発生している。
尚、F5のR1部にバリが発生しているのは、崩れたアルミ片を噛み込んで打ち抜きされたためと推測する。
- 6、上述4、5、から、刃先面をROBONANOで仕上げ加工することは有効であると判断します。
- 7、Nの条件に於ける「R3/R1」のバリについては、N20のバリが少なく、十分に許容内である。このことから直線部のクリアランスは $10\mu\text{m}$ 以下が望ましいがR部は $20\mu\text{m}$ 程度のクリアランスになるよう設計する必要がある。
- 8、以上の切断面の悪化は、バリ発生だけでなく、刃先にアルミ粉が凝着することでのバリの拡大となる。またカス上がりの要因となることからクリアランスと共に刃先の品質が重要な要素となるが、当該鏡面加工は現実的ではないので、通常アルミプレス加工にはプレス加工用オイルが使われて、この特異現象を抑制しているのは言うまでもない。

以上

1、試料基材の特徴

当該基材は、積層して板厚0.2mmを得ている。積層構成は、PI:75 μ m+エポキシ:50 μ m+PI:75 μ mとなっている。

2、下記写真は、別紙検証の概要に記載する9種の加工条件で加工したピア部品を断面が観察できるように切断し、重ね並べて撮影した画像である。



F2, N2, F5, N5, には、糸状のものが発生していることが分かる。

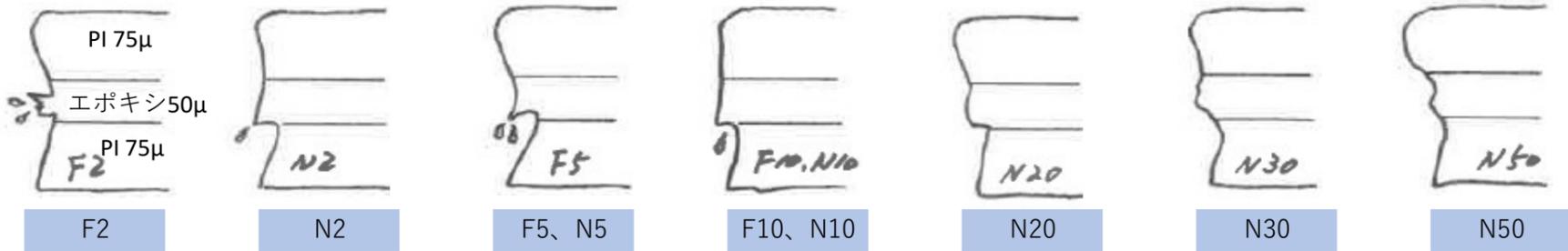
F10, N10にもその傾向が見られ、N20, N30, N50 には糸状のものが発生していない。

3、9種を個別に撮影した画像

粗撮影 = プレス加工状態品を175倍で撮影、 微細撮影 = エアブローで糸状の異物を除去して450倍で撮影

	F : 2 μ M	F : 5 μ M	F : 10 μ M
粗撮影			
微細撮影			
	N : 2 μ M	N : 5 μ M	N : 10 μ M
粗撮影			
微細撮影			
	F : 20 μ M	F : 30 μ M	F : 50 μ M
粗撮影			
微細撮影			

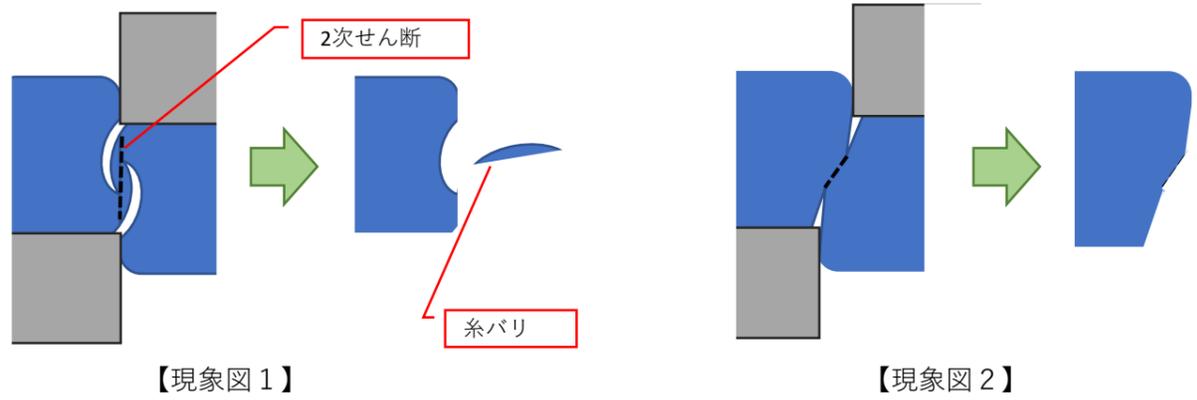
4、前述3、のマイクロスコープ画像から凹凸を認識することができないことから、粗撮影試料を実体顕微鏡で観察し作画したものが次である。



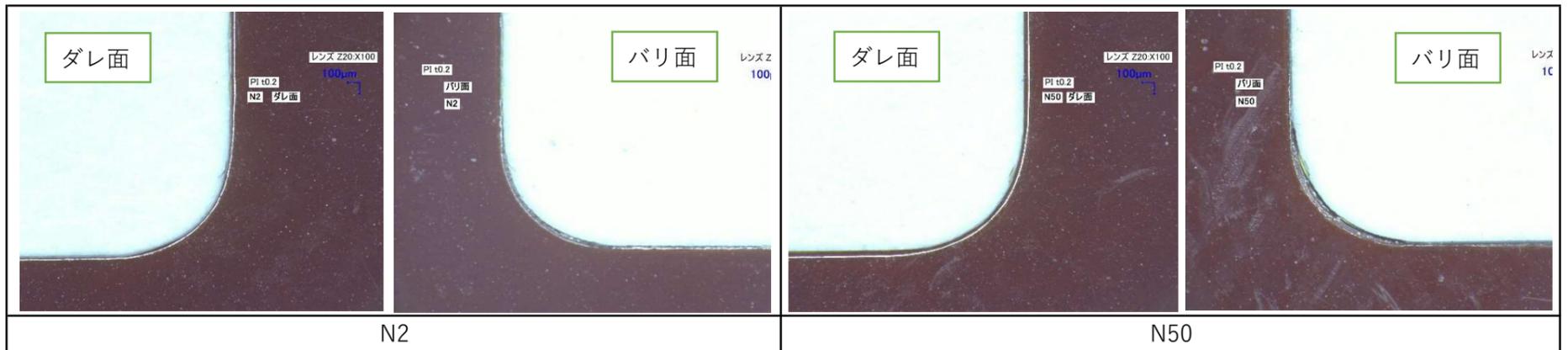
- ・F2: 中間層のエポキシ中央で破断が発生し、短い糸状のものが出ている。
- ・N2: エポキシの下部で破断が発生し、短い糸状のものが出ている。
- ・F5,N5: エポキシの下部で破断が発生し、長い糸状のものが出ている。
- ・F10,N10: エポキシの下部で破断が発生し、長い糸状のものが出ている。
- ・N20: 上部に剪断面があり、エポキシの下部から破断している。
- ・N30: 明確な剪断面がなくなり、エポキシの下部からえぐれたように引っ込んでいます。糸状のバリはないが、下半分に破断による崩れが発生。
- ・N50: 明確な剪断面がなくなり、エポキシの下部からえぐれたように引っ込んでいます。糸状のバリはないが、下半分に破断による崩れが発生。

2次せん断加工発生【現象図1】

2次せん断なし【現象図2】



5、ピラス品のダレ面とバリ面の平面画像 (R 1部)



ダレ面側からの観察では、N2、N50とも目立ったバリは確認できない。

バリ面から観察すると、直線部は断面が垂直に見えているが、R部は斜めに切断されているところ分かる。特にN50はクリアランスが大きいことからR部の傾斜が大きく、短い糸バリも発生している。

6、考察

上述2、の各条件を重ね並べた写真を見ての通り、クリアランスが10μ未満の場合は、長い糸状の異物が多発し付着する。これは、クリアランスが少ないことで、上述4、の現象図1で示す二次せん断が発生し板厚の中央部が線状に分離してしまう現象である。今回のt0.2mmの基材においては、クリアランスは15~20μと予想され、それ以上に多くすると角Rからバリが発生する。尚、角Rでの特徴は、アルミ材とは異なり、クリアランスを拡大する必要はなく、むしろ少なくすべきと思われる。以上のことから、PIでの適正クリアランス=板厚*8%とする。この8%の値は、樹脂加工とするとかなり大きい値であるが、下表で示す通り、PIはアクリルのように硬く、引っ張っても伸びが少なくさらに圧縮強度が他の樹脂に比べ格段に低いことから糸状の異物が発生しやすいと思われ、是正としてクリアランスを拡大する必要がある。

物性要素		塩ビ	アクリル	P C	PET	PI
耐熱温度	°C	60	80	120	60	360
引張強度	Mpa	60	75	65	50	116
引張伸び	%	40~80	2~7	90	130	5
曲げ強度	Mpa	80	120	90	70	160
圧縮強度	Mpa	70	120	80	60	26
衝撃強度	Mpa	20	25	700	30	80
硬度	Mスケール	60	100	70	50	114