

パンチ刃先に設けたすくい角の単発加工とシェビング加工での有効性の検証

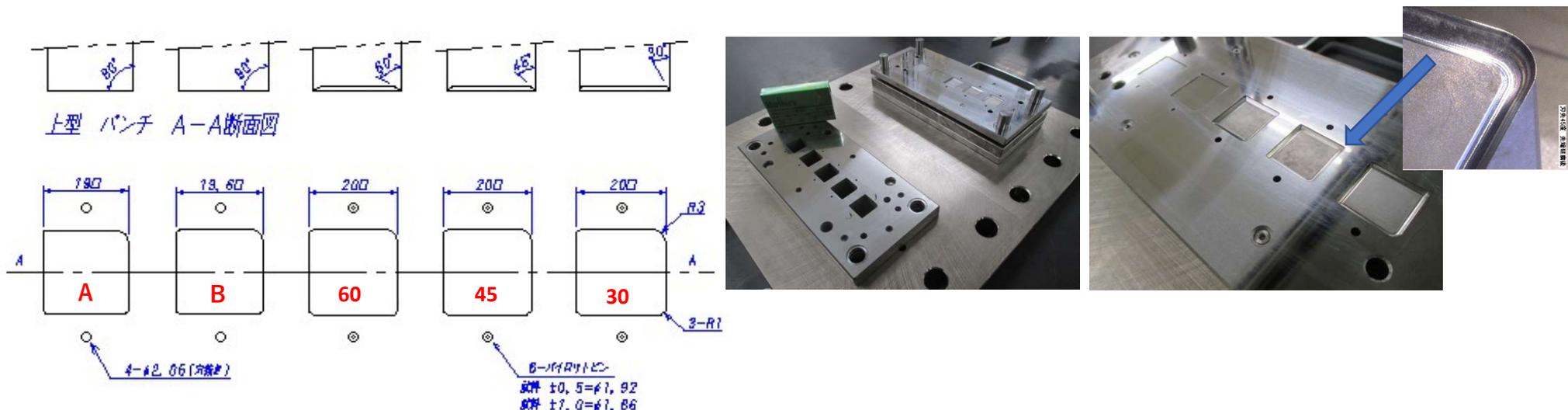
1、検証用金型の説明

プラスチック板をプレス加工で抜いて形状を形成する際、プラスチック板は金属板に比べ柔らかく伸びがあることから加工切断面が粗悪となる。外観品質が要求される製品では手直し等が発生しており、是正技術が求められている。弊社ではこの課題を是正すべく検証用金型を製作し、サンプルを加工し分析を行った。

試料は、プラスチック板として最も多く使われているポリカーボネイト（PC） t0.5, t1.0 及びポリエチレンテレフタレート（PET） t0.5とした。

本金型は、19□、19.6□、20□×3ケのピアス加工であり、クリアランスは全て10 μ mとなっている。20□のパンチの刃先にはすくい角の加工がされている。

すくい角は、パンチ側面との交角で記載してる。



2、検証内容

全ての抜き加工は、基材の両面に保護フィルムがラミネートされた状態で、パンチの入る方向は材質を示す着色された保護フィルムを上で行った。

<検証1：単発加工でのすくい角の有効性>

- 1-1. 試料サイズ40×160を用いて全ての角穴を打ち抜きして、それぞれの切断面を観察
- 1-2. 刃先を平面研磨し、すくい角を成す先端に約20 μ mの平坦部を設けた場合の変化

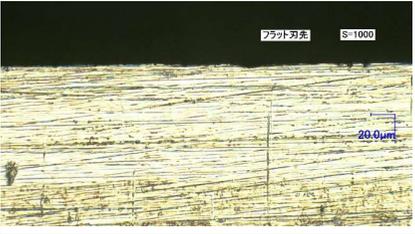
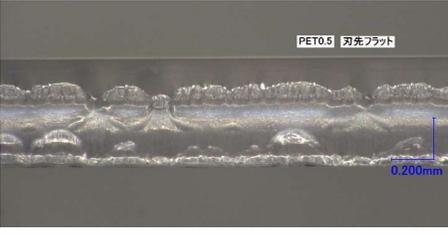
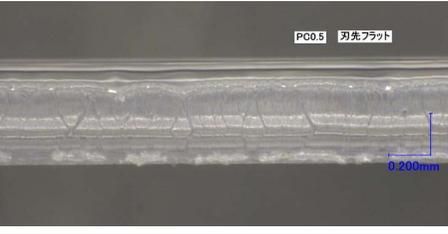
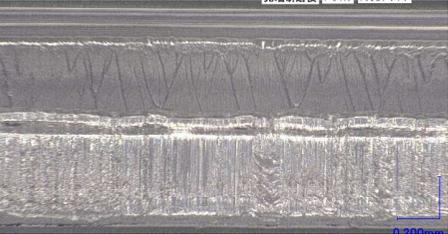
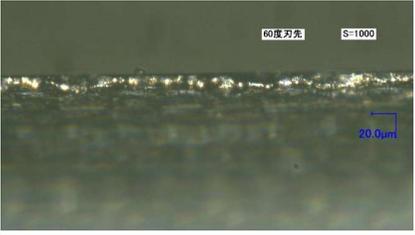
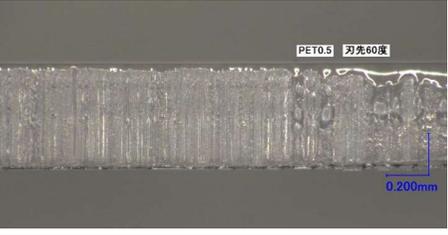
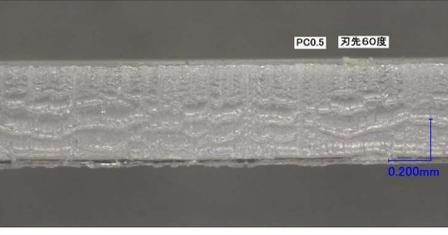
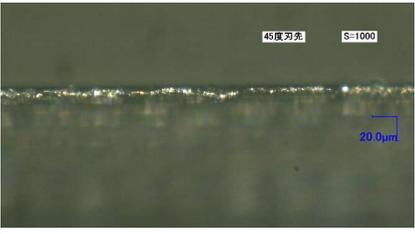
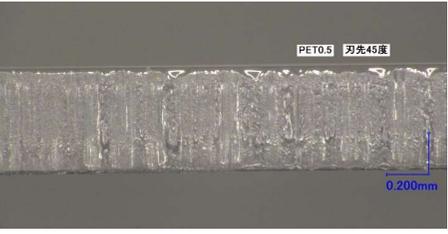
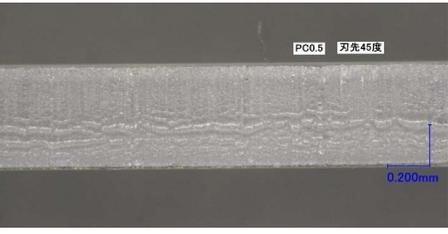
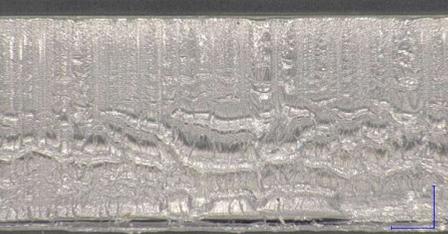
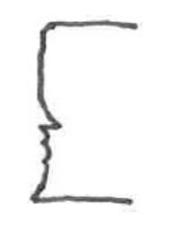
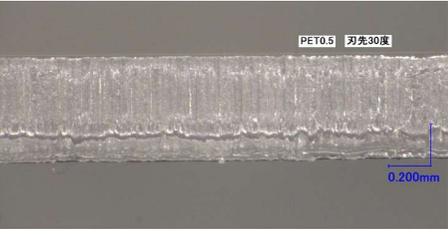
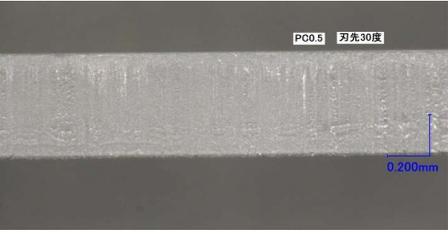
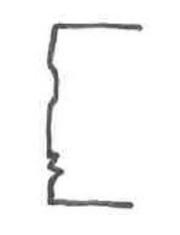
<検証2：シェビング加工に於ける、すくい角の有効性>

- 2-1. 試料サイズ30×50を用いて、上図（A）を抜き、その後、すくい角60度の上記（60）で、更に抜き加工を行う。この時の試料を「A60」と呼ぶ。
上記（B）を抜き、その後、すくい角45度の上記（45）で更に抜き加工を行う。この時の試料を「B45」と呼ぶ。
この加工で「A60」「A45」「A30」「B60」「B45」「B30」の試料を作製し、切断面を観察する。
- 2-2. 刃先を平面研磨し、すくい角を成す先端に約20 μ mの平坦部を設けた場合の変化

3、検証結果

別紙レポート RD/repo 2-2, RD/repo 2-3

以上

刃先角度	刃先状態(S=1000)	PET t0.5	PC t0.5	PC t1.0	
フラット					
60度					
45度					
30度					

<考察>

- 1、刃先がフラットの場合、中央部が陥没する2次せん断が顕著に発生している。金属板の2次せん断とは異なり、せん断抵抗により基材が潰されて厚み中央部がカス側に流動した状態で切断されるので、中央部が深く陥没した状態になる。
- 2、PET t0.5においては、刃先にすくい角60度を付けたパンチでも、完全に2次せん断がなくなっており、すくい角の有効性が顕著に表れている。また板厚上部の抜きダレを見るとPCより明らかに多く見られるが、PETの物性として伸び率が高いことが要因と思われる。更に切削加工された刃先先端は1000倍の拡大写真で確認できる変形や崩れが発生しているが、その状態が切断面に転写されて、粗悪な個所が発生している。
- 3、PCを見た場合、すくい角が鋭利になる程、切断面の荒れが少なくなり平坦となる。t0.5では、すくい角45度で略平坦な品質が得られている。t1.0に於いては、すくい角30度で略平坦な品質となる。

検証 1-2：単発加工でのすくい角の有効性検証＜パンチ先端に約25 μ mの平坦部がある状態で加工（すくい角のあるパンチの刃先を研磨し平坦部を設けた）＞

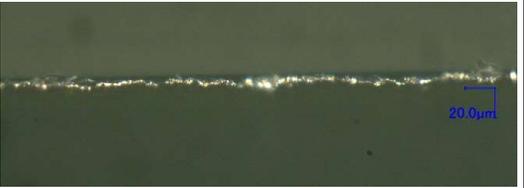
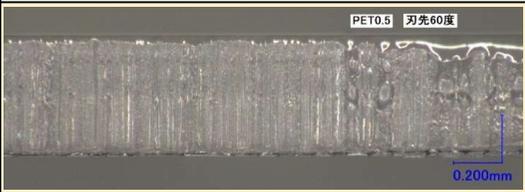
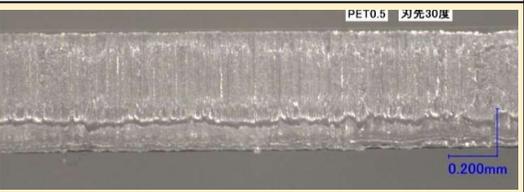
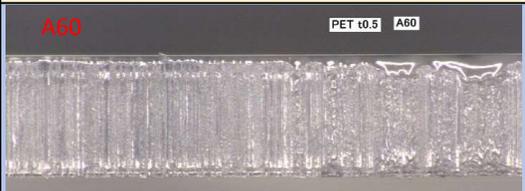
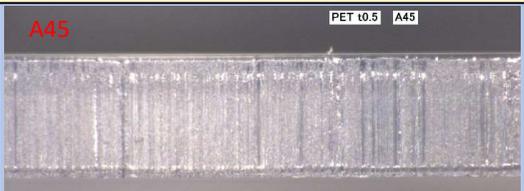
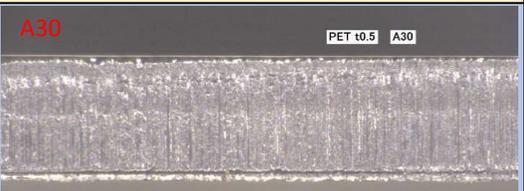
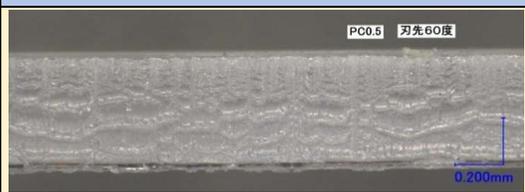
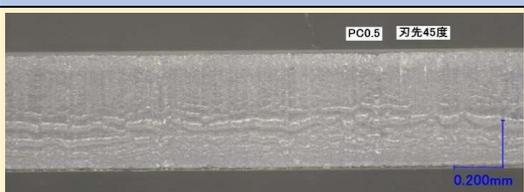
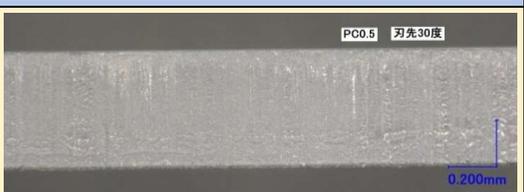
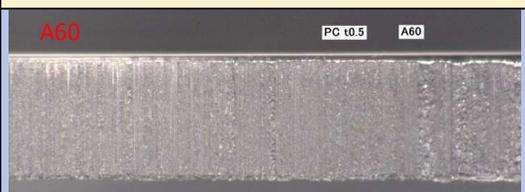
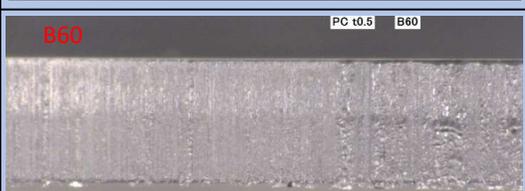
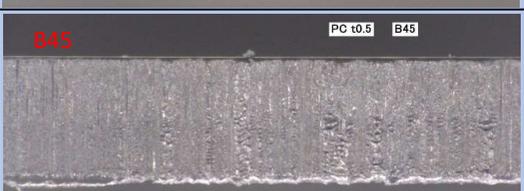
	刃先状態(S=1000)	PET t0.5	PC t0.5	PC t1.0	
すくい角 60度					
すくい角 45度					
すくい角 30度					

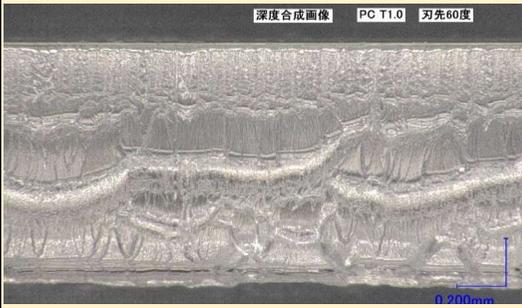
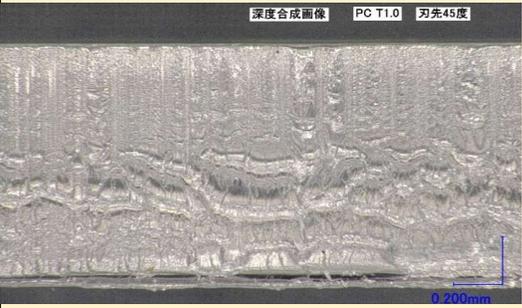
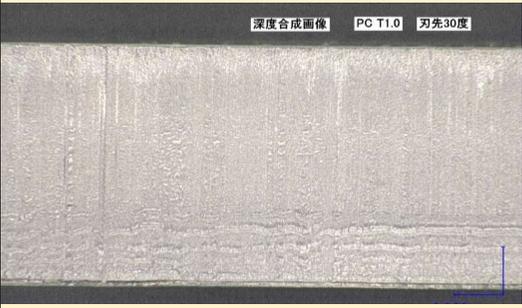
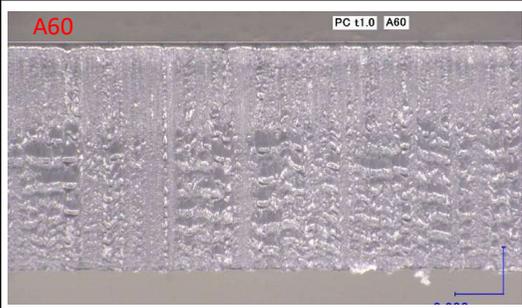
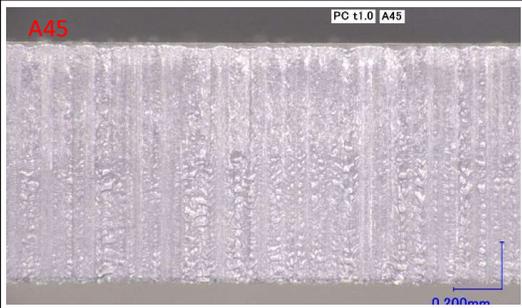
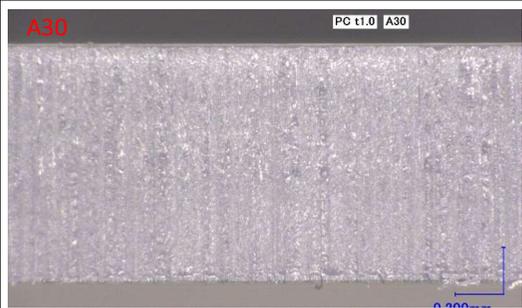
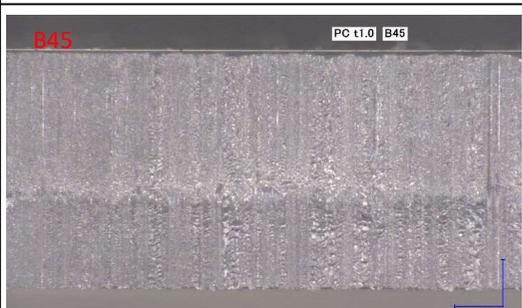
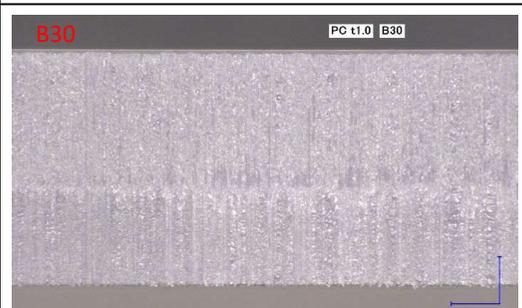
<考察>

- 1、刃先に25 μ Mの平坦部があることで、せん断抵抗が高くなっており、刃先が鋭利な時に比べ抜きダレが大きくなっている。
- 2、PET t0.5においては、この仕様でも2次せん断がなくなり品質が向上している。また刃先先端の崩れや変形が除去されたことで断面品質が向上している。
- 3、PCではt0.5に於いても、刃先が鋭利な時に比べ品質が低下しており、すくい角60度では、すくい角の効果は少なく、すくい角45度で効果が確認できる。
- 4、PCのt1.0では、すくい角30度でも均一な面状態とならず、段々状の筋があるものの陥没は見られない。

《総括》

- 1、パンチ刃先がフラット状態で抜き加工した場合、全ての基材に於いて2次せん断に伴う深い陥没が発生し、加工寸法も0.1～0.15マイナスになってしまうので外觀部品ではNGとなる。
- 2、パンチ刃先にすくい角を設けることで2次せん断を抑制出来ることが確認でき、すくい角をより鋭角にすることによって断面品質が向上する。
- 3、パンチ刃先にすくい角を形成すると刃先頂点に崩れや変形が発生してしまい、それが切断面に傷となって崩れた切断面となってしまふ。特に柔らかいPETでは顕著に現れる。
- 4、パンチ刃先先端を研磨し頂点の崩れや変形を除去し平坦部を設けると、2次せん断抑制効果は落ちるが、切断面の傷発生を抑え、光沢のある面を得ることが出来る。
- 5、次が各試料毎の適正条件
 - ①PET t0.5 :パンチ刃先の崩れや変形が顕著に影響することから、刃先に平坦部を設けたパンチを使用し、すくい角は60度でも良い品質を得ることが出来る。
 - ②PC t0.5 :パンチ刃先に平坦部があると2次せん断が残ってしまう。またPETに比べ刃先の崩れや変形による切断面の荒れが少ないことから鋭利なままのパンチを使うべき、すくい角は鋭利な程綺麗な切断面を得られるが、すくい角60度でも2次せん断での深い陥没は是正される。光学的要素の製品であればすくい角45度以上の鋭利性がほしい。
 - ③PC t1.0 :パンチ先端が鋭利な状態でのすくい角30度で、2次せん断のない綺麗な切断面を得ることが出来ることが確認できた。加工寸法の安定が目的とすればすくい角45度で良い。

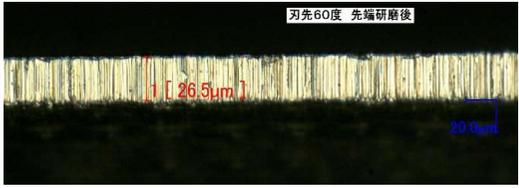
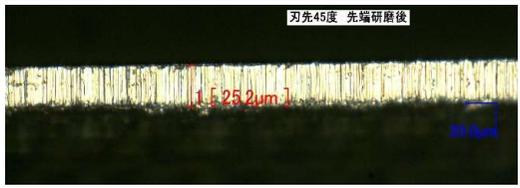
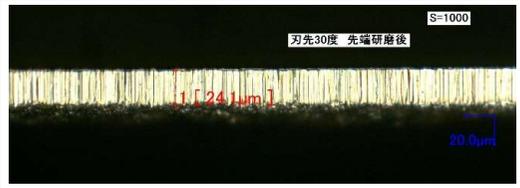
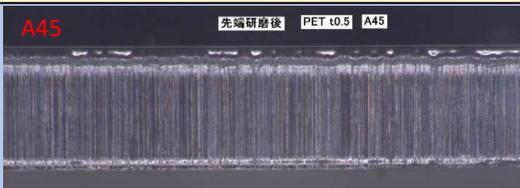
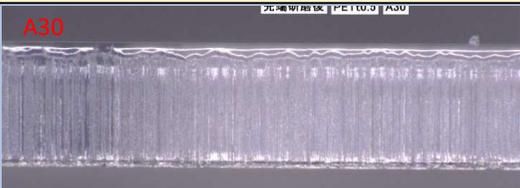
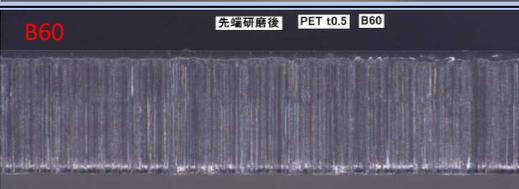
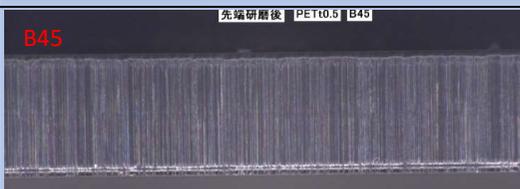
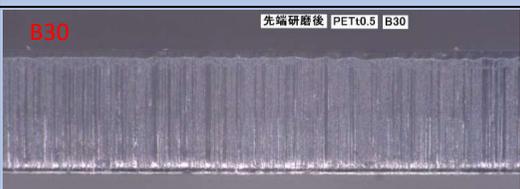
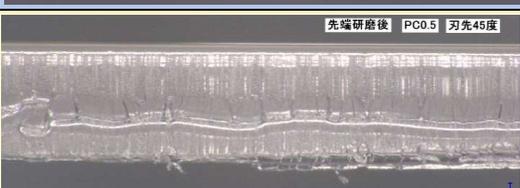
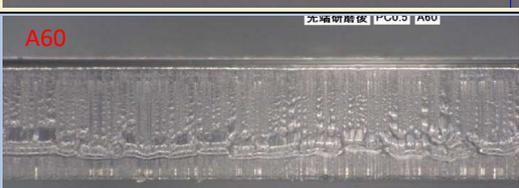
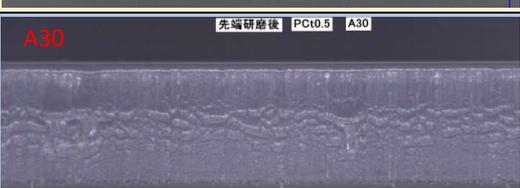
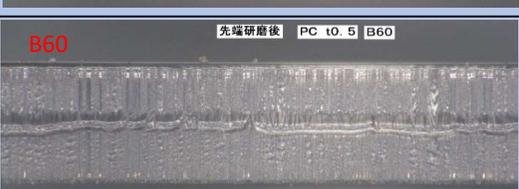
		すくい角度	シェーピングすくい角 60度	シェーピングすくい角 45度	シェーピングすくい角 30度
材質	加工条件	刃先状態			
		単発加工			
PET 0.5	シェーピング加工	下抜き加工A 削ぎ代=0.5mm			
		下抜き加工B 削ぎ代=0.2mm			
	単発加工	すくい角があるパンチで抜いたサンプル			
		シェーピング加工	下抜き加工A 削ぎ代=0.5mm		
PC 0.5	シェーピング加工	下抜き加工B 削ぎ代=0.2mm			

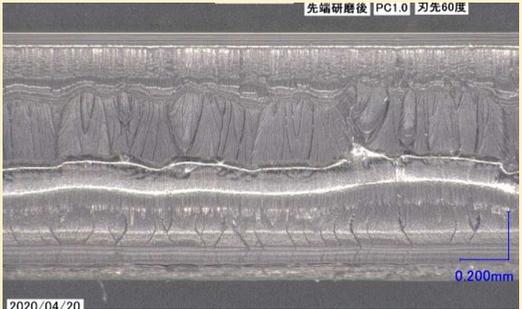
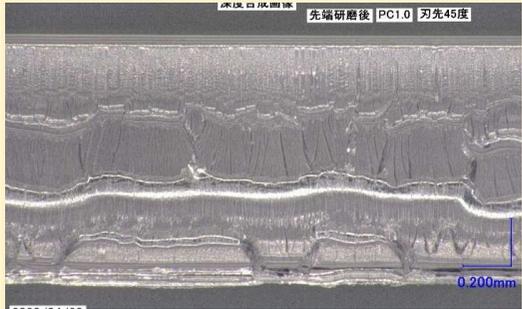
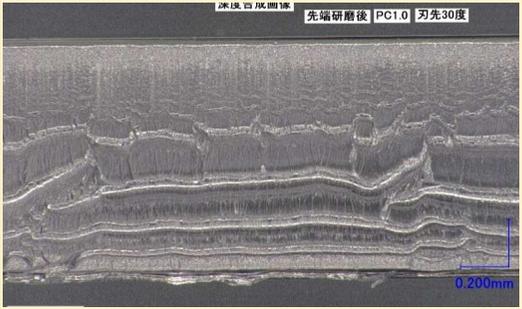
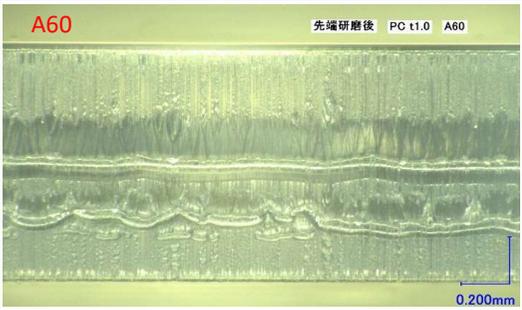
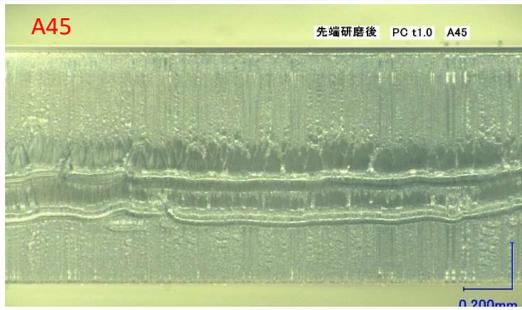
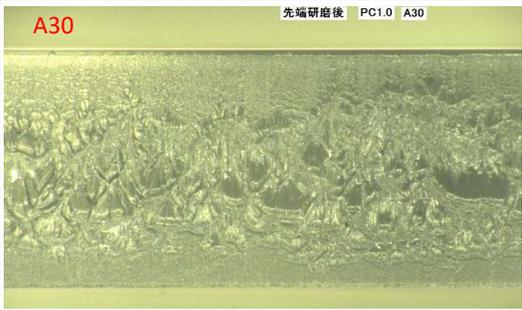
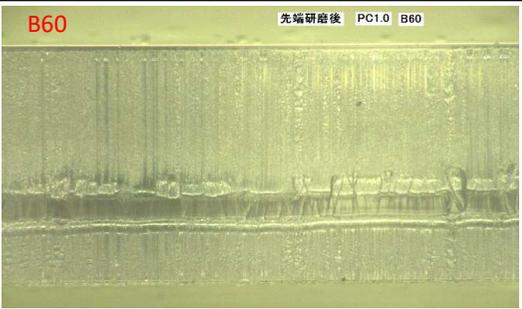
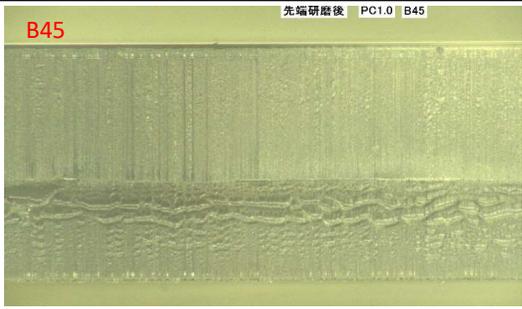
		すくい角度	シェーピングすくい角 60度	シェーピングすくい角 45度	シェーピングすくい角 30度
P C t 1 ・ 0	単 発 加 工	すくい角があるパンチ で抜いたサンプル			
	シ ェ ー ビ ン グ 加 工	下抜き加工A 削ぎ代=0.5mm			
		下抜き加工B 削ぎ代=0.2mm			

<考察>

- PET t0.5に於いて、
 - ・シェーピング代（削ぎ代）が0.5mm、0.2mm共、すくい各のあるパンチで単発加工した面と比べ、シェーピング加工の有効性が見られない。
- PC t0.5に於いて、
 - ・シェーピング加工することで、帯状に繋がる鱗状の崩れがなくなり平坦性が向上している。しかし、細かな崩れを伴った縦スジが発生している。
- PC t1.0に於いて、
 - ・すくい角60度、45度での単発加工では、2次せん断が発生しているが、シェーピング加工では2次せん断部が除去され平坦な断面となっている。
 - ・B60（削ぎ代0.2mm+すくい角60度）に、陥没が見られるが、B45,B30では発生していないことから、1工程目の加工で発生した陥没が残っているのではなく、新たに発生した2次せん断と考えられる。A60と比較した場合、B60に単発加工以上の大きなダレが発生していることから削ぎ代0.2mmの場合、集中した切断荷重によりまずは基材が押し広げられてパンチが圧入の状態になり、その時の荷重で基材が潰れて2次せん断が発生するものと推測される。
- 切削加工された刃先先端は1000倍の拡大写真で確認できる変形や崩れが発生しているが、その状態が切断面に転写されて局部的に断面品質を低下させている。

検証2-2：シェーピング加工でのすくい角の有効性検証（パンチ刃先に25μmの平坦部を設けた状態）

		すくい角度	シェーピングすくい角60度	シェーピングすくい角45度	シェーピングすくい角30度
材質	刃先状態 加工条件				
PET0.5	単発加工	すくい角があるパンチで抜いたサンプル			
	シェーピング加工	下抜き加工A 削ぎ代=0.5mm			
		下抜き加工B 削ぎ代=0.2mm			
	単発加工	すくい角があるパンチで抜いたサンプル			
PC0.5	シェーピング加工	下抜き加工A 削ぎ代=0.5mm			
		下抜き加工B 削ぎ代=0.2mm			

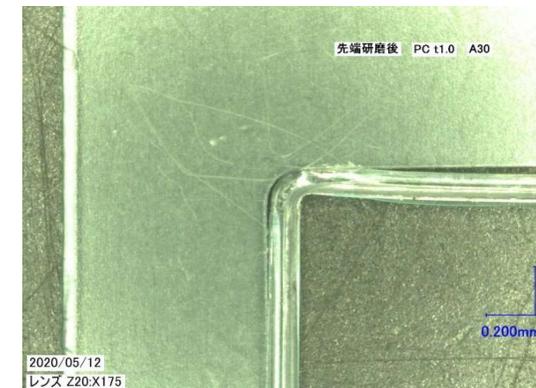
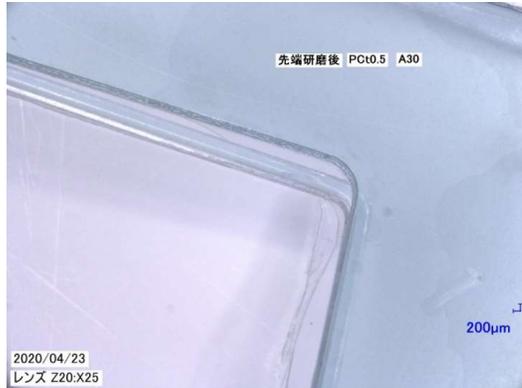
		すくい角度	シェーピングすくい角 60度	シェーピングすくい角 45度	シェーピングすくい角 30度
P C t 1 ・ 0	単 発 加 工	すくい角があるパンチ で抜いたサンプル			
	シ ェ ー ビ ン グ 加 工	下抜き加工A 削ぎ代=0.5mm			
			下抜き加工B 削ぎ代=0.2mm		

<考察>

- PET t0.5に於いて、
 - 刃先を研磨したことで刃先先端の崩れや変形が除去され、切断面の縦スジが減少し品質が向上している。
- PC t0.5に於いて、
 - 全ての条件に於いて、明らかにシェーピング加工により切断面品質は向上している。
 - 刃先を研磨する前と比べ、僅かに鱗状の崩れが残っているが、崩れを伴った細かな縦スジが減少し、粉塵発生は少なくなっていると思われる。
- PC t1.0に於いて、
 - B60については刃先を研磨する前に比べ、2次せん断による陥没が減少しているが、その他の条件については研磨する前に発生していなかった陥没が発生している。
 - A30については、次頁に記載するが刃先の強度不足により、刃先が変形且つ振動することで特異なせん断面となっていると予想される。

4、すくい角30度パンチの強度不足について

単発加工では発生していないが、PCでのシェービング加工に於いて、下写真のようにバリ側の保護フィルムが全く切れなく現象が発生した。せん断抵抗によりパンチ先端がカス側に寄せられてクリアランスが拡大した状態になると予想され、基材の切断面品質にも影響している。



《総括》

- 1、パンチ刃先頂点に発生している崩れや変形は、シェービング加工において、単発加工以上に切断面に転写され傷や崩れを発生させ、やわらかいPETでは顕著に現れる。
- 2、PET t0.5に於いて、刃先頂点を研磨したパンチでシェービング加工を行うことで、すくい角60度でも傷のない綺麗な切断面が得られ、すくい角45度、30度でも差がない。
- 3、PC t0.5に於いて、すくい角60度でもシェービング加工の効果が確認できる。すくい角45度、30度では単発加工での断面品質向上効果と大きな差がないように見える。
- 4、PC t1.0に於いて、削ぎ代が0.2mmの場合、すくい角が60度以上の鈍角（フラット含む）でシェービング加工すると2次せん断が発生する。
- 5、すくい角30度のパンチは強度不足でありシェービングには使用出来ない。
- 6、今回の検証では、すくい角のあるパンチで抜いた断面を更にシェービング加工を行った検証を行っていないが、その効果の予想も考慮し最適条件を考える。

下加工となる1工程目で2次せん断による陥没を抑えることが、シェービング加工の品質向上に大きく影響する。

1工程目：すくい角60度でも2次せん断を抑制する効果があることから、せん断抵抗の高い1工程目はすくい角60度で加工を行う。

2工程目：PC t0.5では、シェービングパンチのすくい角60度、45度、30度で大きな差異がないと思われるので、シェービングパンチのすくい角は60度が良い。

また、1工程目で2次せん断をある程度抑制できていれば、刃先頂点に平坦部が25µm程度存在していても効果に差がないと予想する。

PC t1.0では、シェービングパンチのすくい角は45度にすべきである。

以上