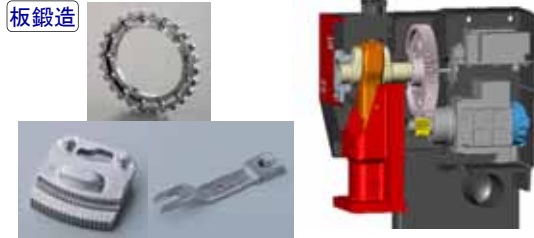
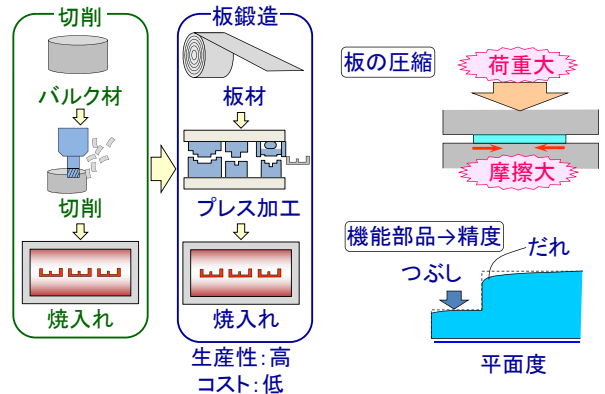


荷重振動鍛造による 成形荷重低減とボンデフリー化

豊橋技術科学大学 前野 智美



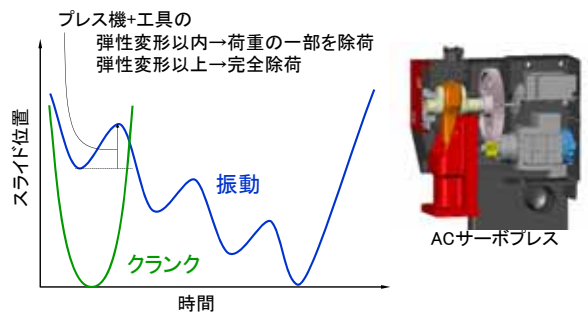
板鍛造における問題点



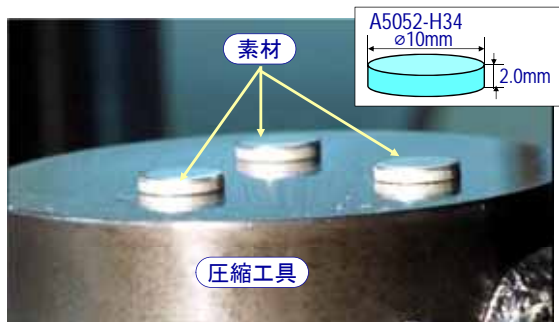
荷重振動鍛造による 成形荷重低減とボンデフリー化

- 荷重振動鍛造による成形荷重低減
- ステンレス鋼部品の段差付け加工
- 荷重振動によるボンデフリー化

サーボプレスを用いた荷重振動鍛造

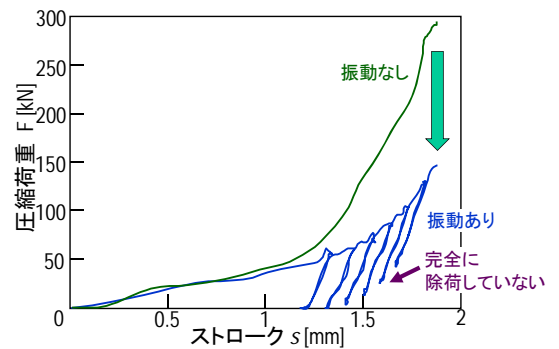


アルミニウム合金板の荷重振動すえ込み

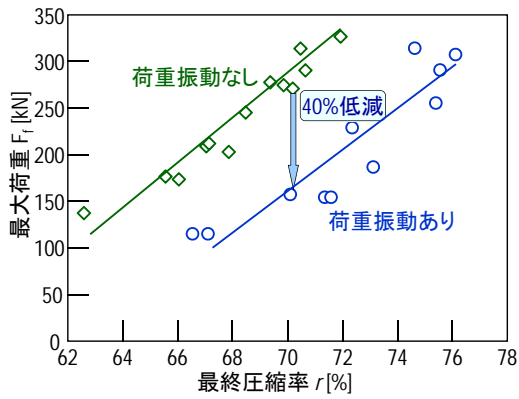


振動モーション
平均除荷率70~80%, 除荷回数6回

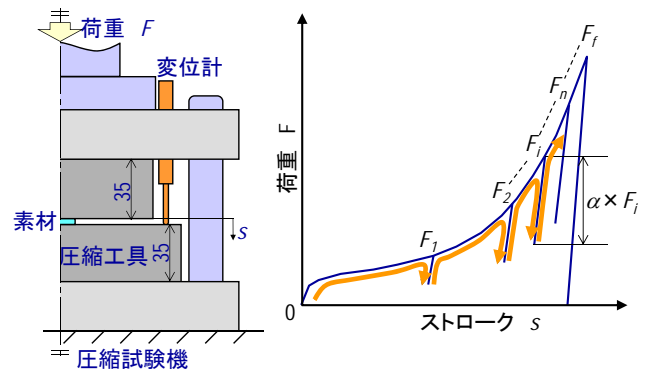
振動ありとなしにおいてアルミニウム合金板を70%圧縮したときの荷重-ストローク曲線



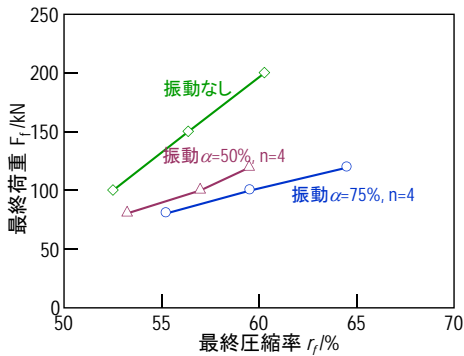
サーボプレスによる最大荷重と最終圧縮率の関係



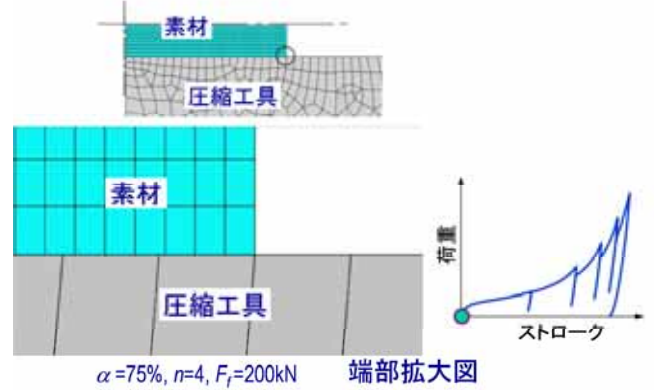
荷重振動すえ込み加工実験に用いた工具および荷重ストローク曲線



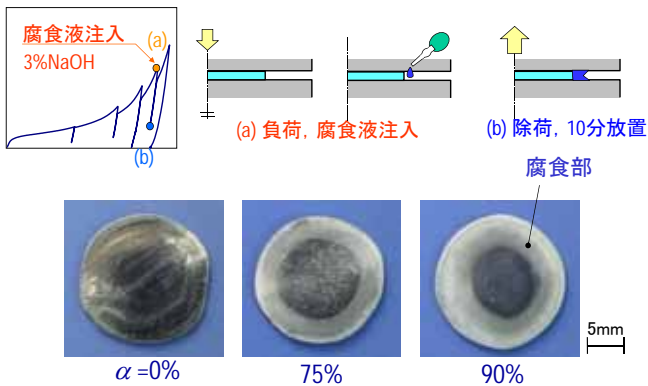
各種の条件における最終荷重と圧縮率の関係



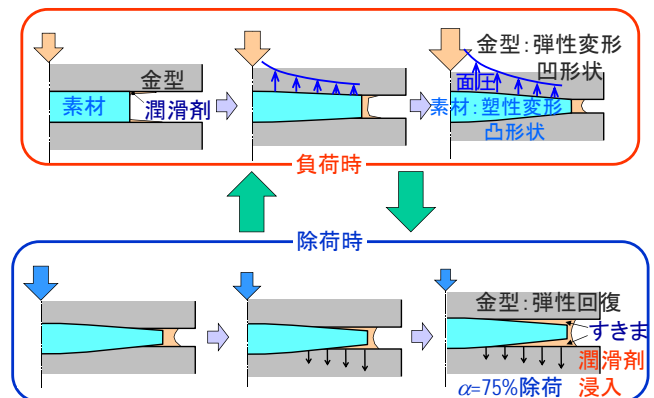
有限要素シミュレーションによる変形挙動



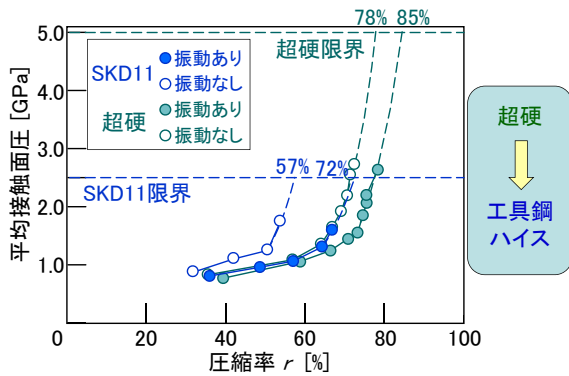
腐食実験による隙間発生を検証



荷重振動による自動再潤滑のメカニズム



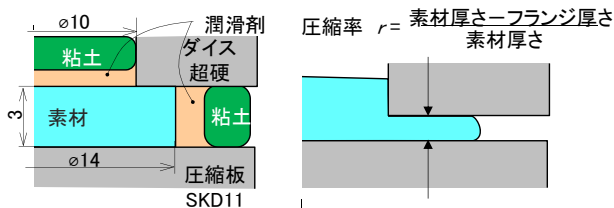
SUS 430素板の荷重振動ありなしにおける平均接触面圧と圧縮率の関係



荷重振動鍛造による成形荷重低減とボンデフリー化

- 荷重振動鍛造による成形荷重低減
- ステンレス鋼部品の段差付け加工
- 荷重振動によるボンデフリー化

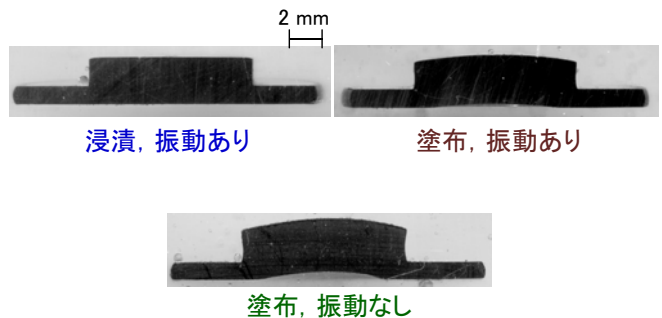
潤滑剤浸漬を用いたステンレス部品の段差付け加工



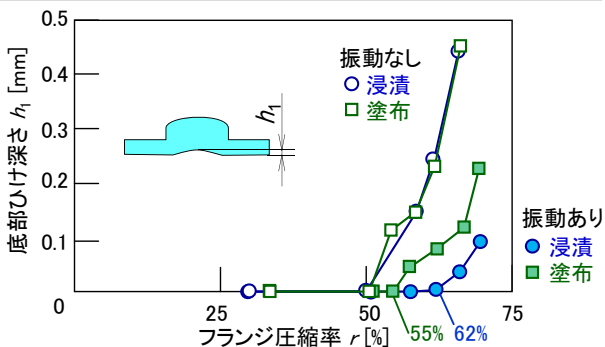
試験片: ステンレス合金 SUS430
潤滑剤: 水溶性プレス油
荷重振動回数: $n = 9$ 回
除荷率: $\alpha = 90\%$



$r = 62\%$ における段差付け加工後の断面



段差付け加工における底部ひけ深さとフランジ圧縮率の関係



板鍛造における荷重振動のまとめ

荷重振動鍛造

- 自動的に素材を再潤滑
- 金型の弾性回復時に素材との間に生じた隙間に潤滑剤が浸入

- 成形荷重大低減
板の圧縮 荷重1/2
- 金型破損防止
 - 型材質低グレード化
 - プレス機小容量化

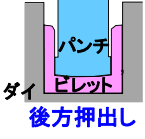
- 寸法精度向上
- 平面度
 - だれ
 - へこみ

- 表面性状向上
- 焼付き防止
 - 粗さ

荷重振動鍛造による成形荷重低減とボンデフリー化

- 荷重振動鍛造による成形荷重低減
- ステンレス鋼部品の段差付け加工
- 荷重振動によるボンデフリー化

スプライン成形における低サイクル振動によるボンデフリー化



リン酸塩被膜処理 + 石鹸処理

脱脂	水洗	酸洗	耐焼付き性: 高 環境負荷: 大 多工程: 20分以上 高コスト
水洗	化成	水洗	
中和	石鹸皮膜	乾燥	

ダイ 後方押し出し

液体潤滑剤
耐焼付き性: 低
表面密着性低い
環境負荷: 小
塗るだけ
低コスト

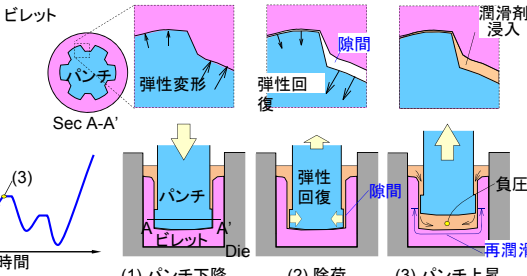
成形方法で向上

スライド位置
振動

時間

振動による自動再潤滑

振動後方押し出しによる自動再潤滑方法



ビレット

パンチ

弾性変形

弾性回復

潤滑剤浸入

隙間

再潤滑

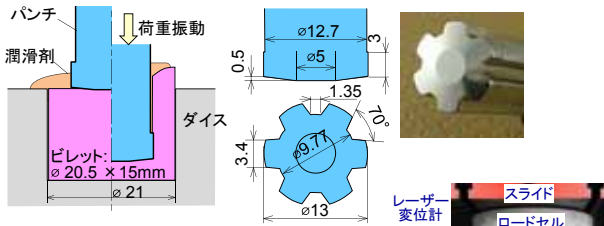
負圧

時間

スライド位置

(1) パンチ下降 (2) 除荷 (3) パンチ上昇

振動後方押し出しによるスプライン成形に用いた工具



パンチ

潤滑剤

荷重振動

ダイス

ビレット: $\phi 20.5 \times 15\text{mm}$

ダイス: $\phi 21$

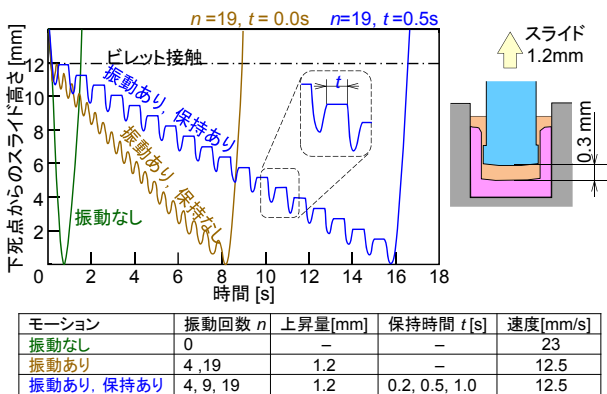
スライド

ロードセル

	材質	硬さ [Hv]	表面粗さ [μmRa]
ビレット	S10C, 焼鈍し	103	
パンチ	SKH51, 焼入れ・焼戻し	856	パンチランド: 0.04
ダイス	SK3, 焼入れ・焼戻し	675	内壁: 0.51

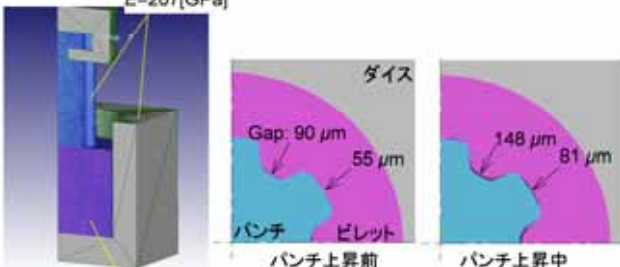
潤滑剤 硫黄添加油性潤滑剤
低粘度: $\nu = 132 \text{ mm}^2/\text{s}$, 高粘度: $\nu = 556 \text{ mm}^2/\text{s}$

振動後方押し出しに用いたスライドモーション形式



有限要素シミュレーションによるパンチ上昇時にビレットとパンチの間に生じる隙間

パンチ, ダイス: $E=207[\text{GPa}]$



ダイス

Gap: 90 μm

55 μm

148 μm

81 μm

パンチ

ビレット

パンチ上昇前

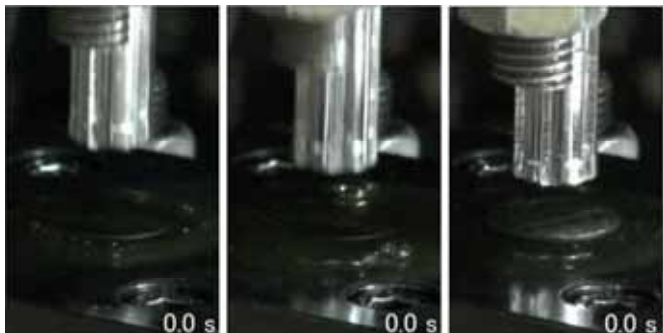
パンチ上昇中

摩擦係数 $\mu = 0.12$

ビレット: $E = 200 [\text{GPa}]$
 $\sigma = 650\epsilon^{0.24} [\text{MPa}]$

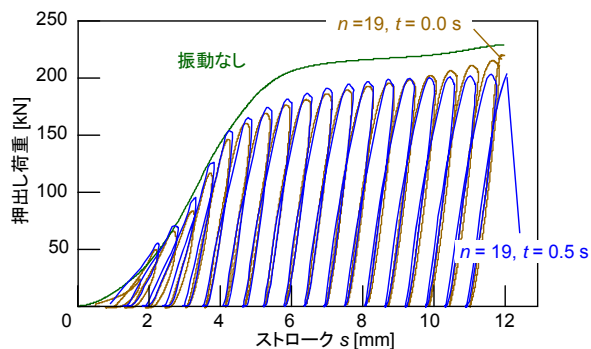
パンチランド部断面

振動後方押し出しによるスプライン成形

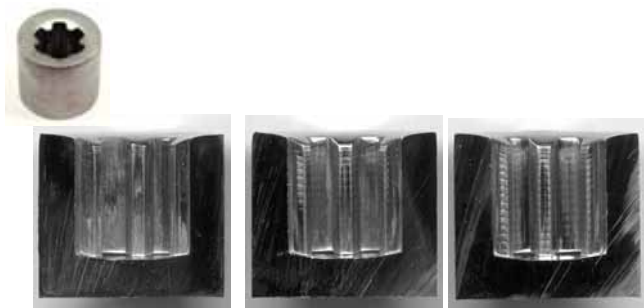


(a) 振動なし (b) 振動あり, 保持なし $n=19, t=0.0s$ (c) 振動あり, 保持あり $n=19, t=0.5s$

振動後方押し出しにおける押し出し荷重—ストローク曲線 (低粘度)



振動後方押し出しによって成形されたスプライン容器 (低粘度)



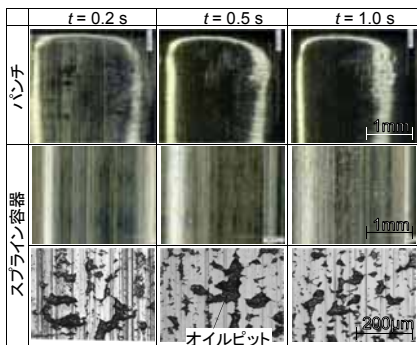
(a) 振動なし (b) $n=19, t=0.0s$ (c) $n=19, t=0.5s$

保持なし, 振動ありとなしにおけるパンチおよびスプライン容器表面

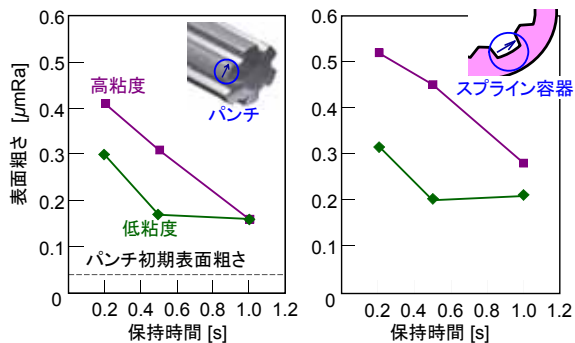
	低粘度		高粘度	
	振動なし	$n=19, t=0s$	振動なし	$n=19, t=0s$
パンチ				
スプライン容器				

1mm

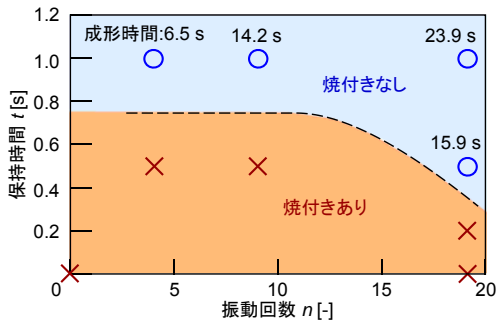
保持時間がパンチおよびスプライン容器表面に及ぼす影響 ($n=19$, 低粘度)



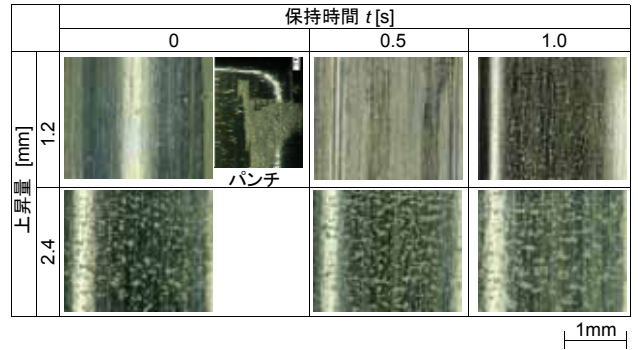
保持時間がパンチおよびスプライン容器表面粗さに及ぼす影響 ($n=19$)



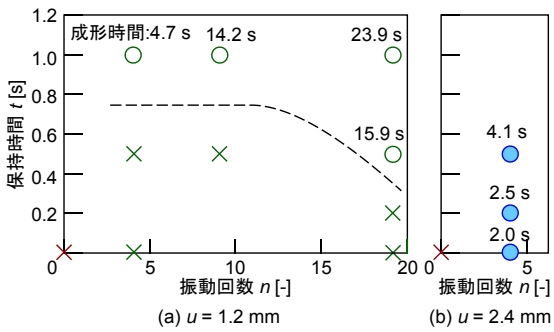
振動回数および保持時間が焼付きに及ぼす影響(低粘度)



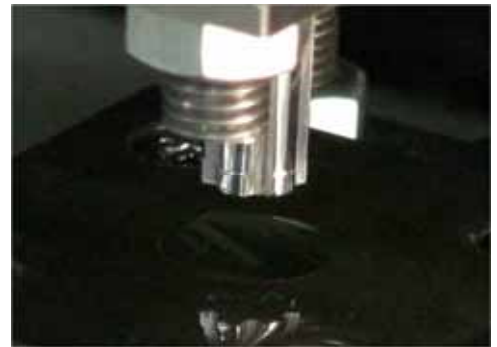
上昇量1.2, 2.4mmで成形されたスプライン容器表面 (n = 4)



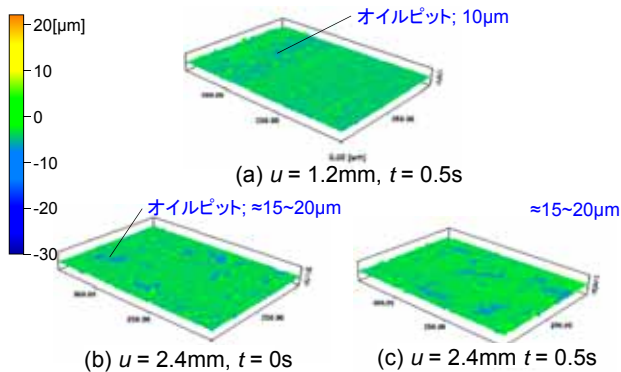
上昇量1.2, 2.4mmにおいて振動回数と保持時間がパンチとスプライン容器の焼付きに及ぼす影響



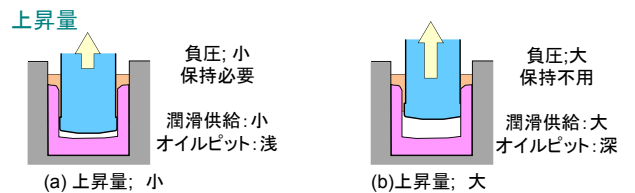
上昇量2.4mmにおいて生じた潤滑剤の噴出



上昇量1.2, 2.4mmで成形されたスプライン容器オイルピット深さ (n = 4)

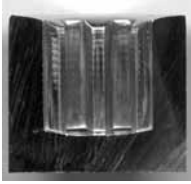


振動押しにおける振動周期および上昇量



⇒ 上昇量; 供給量を制御
保持; 小さい負圧で十分な供給

ボンデ処理と振動後方押し成形されたスプライン容器



振動あり，液状潤滑剤

振動なし，ボンデ

スプライン成形における低サイクル振動によるボンデフリー化まとめ

- 油性潤滑剤においても振動後方押しによって焼付きなしにスプラインが成形できた。
- パンチ上昇時のスライドを停止保持によって十分な再潤滑が得られ，振動回数を低減できる。
- 振動後方押しでは高すぎない粘度の潤滑剤がのぞましい
- 過度な潤滑剤はオイルピットを深くするだけでなく，潤滑剤の噴出を引起こし成形品の損傷を招く

潤滑剤アプローチ

初期に付与する潤滑剤の性能維持



成形工程アプローチ

成形途中で性能を回復