

鍛造加工におけるサーボプレスの利用

豊橋技術科学大学 前野 智美

• 荷重振動鍛造

- 荷重振動鍛造による荷重の低減
- 荷重振動鍛造の押出加工への応用
- 荷重振動鍛造によるフランジ成形

• アルミニウム合金の熱間型鍛造

- 金型充填率を最適化するスライドモーション
- 溶体化処理を省略するダイクエンチ鍛造

すえ込み加工における途中除荷による摩擦の低減

板鍛造

サーボプレス ⇨ 振動モーション

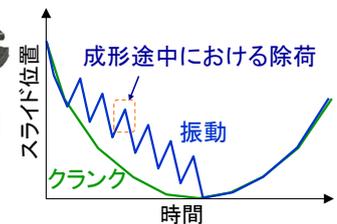


薄板のすえ込み

荷重大



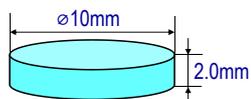
摩擦大



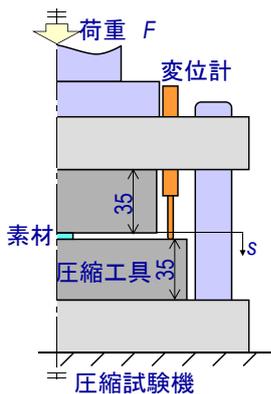
途中除荷による荷重低減
荷重低減メカニズム

荷重振動すえ込み加工実験に用いた素材と工具形状

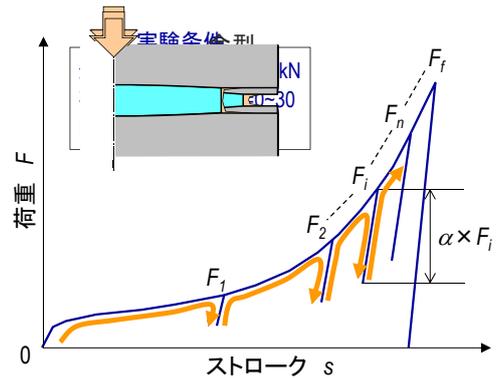
素材:アルミ合金板
A5052-H34



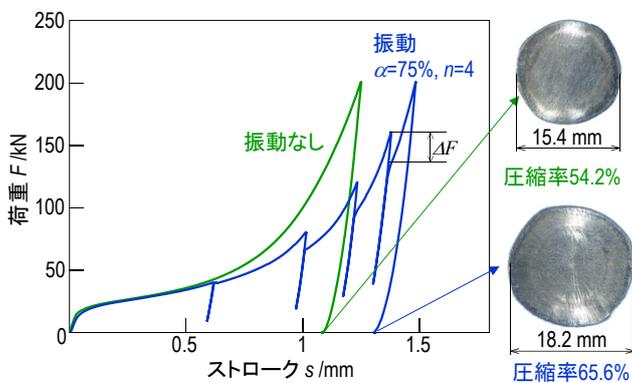
潤滑剤:水溶性プレス油



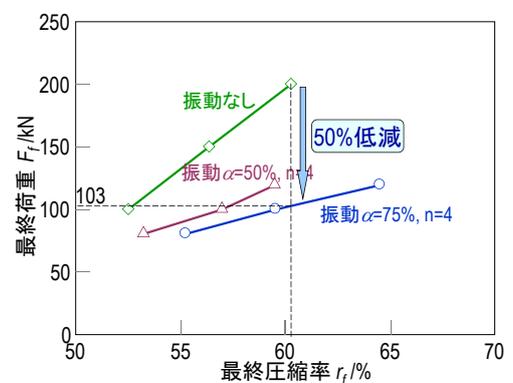
すえ込み加工における荷重振動の経路



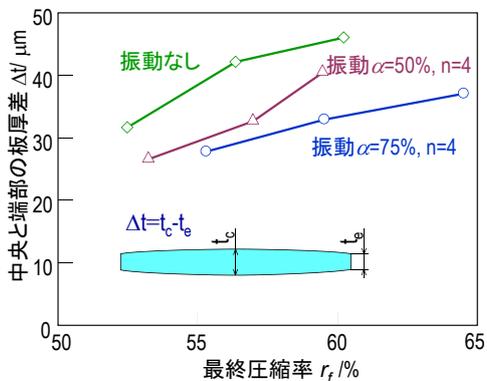
荷重振動すえ込み加工における荷重-ストローク曲線, $F_f=200kN$



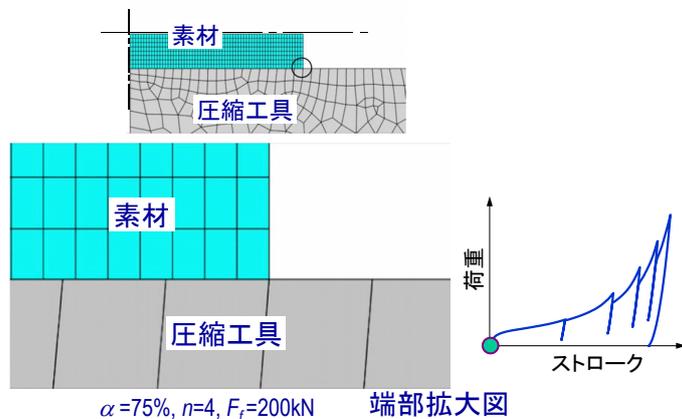
各種の条件における最終荷重と圧縮率の関係



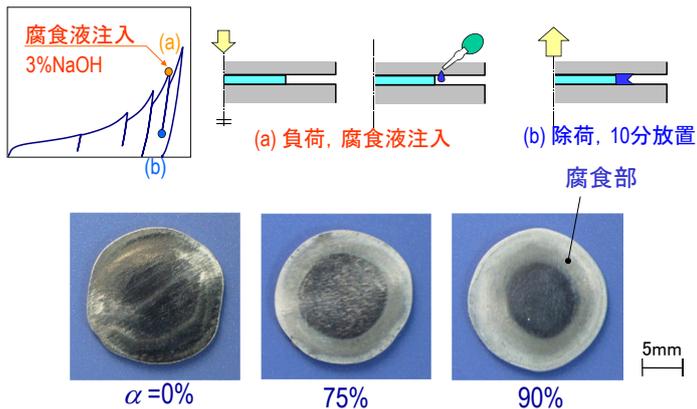
荷重低減による平坦度向上



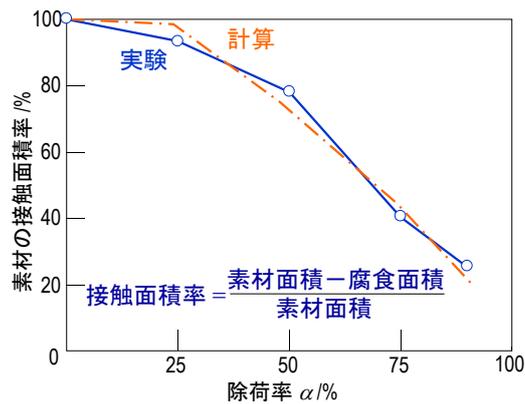
有限要素シミュレーションによる変形挙動



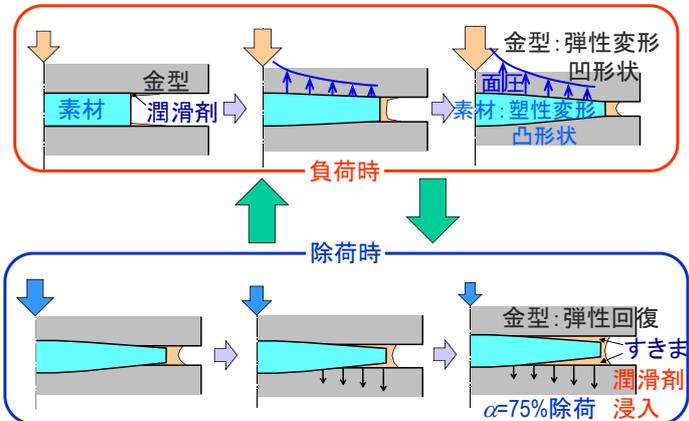
腐食実験による隙間の発生の確認



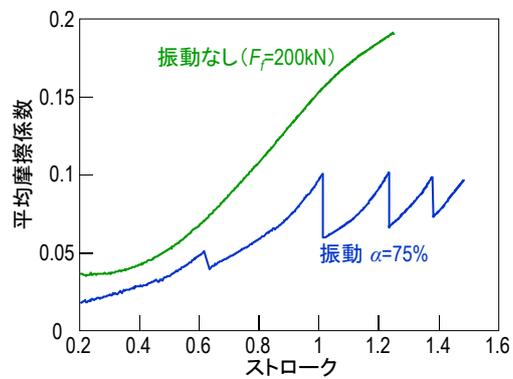
途中除荷時の素材の接触面積率と除荷率の関係



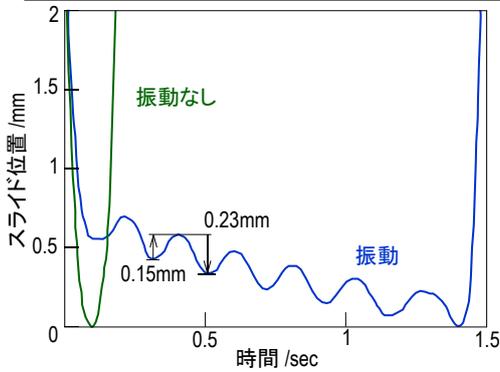
荷重振動による自動再潤滑のメカニズム



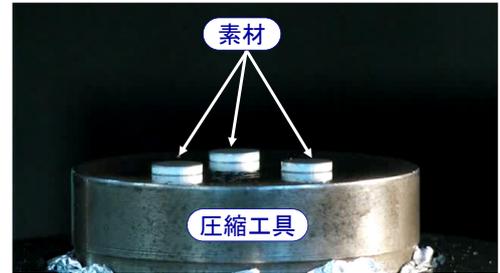
加工中の摩擦係数の変化



サーボプレスを用いた振動モーションすえ込み実験

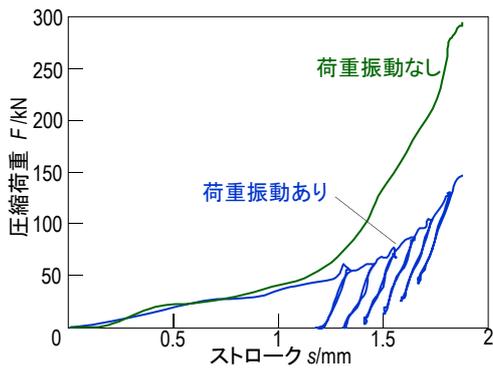


サーボプレスを用いたすえ込み実験

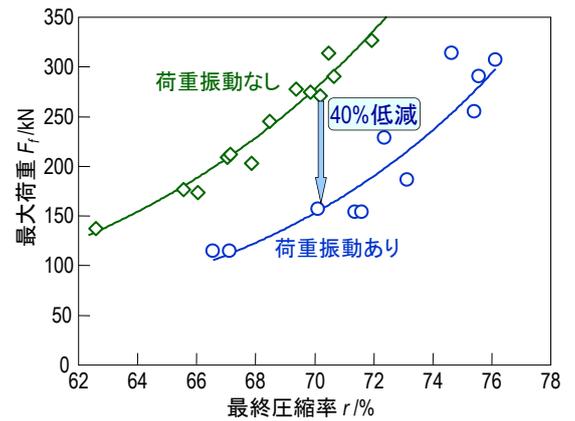


振動モーション
平均除荷率70~80%, 除荷回数6回

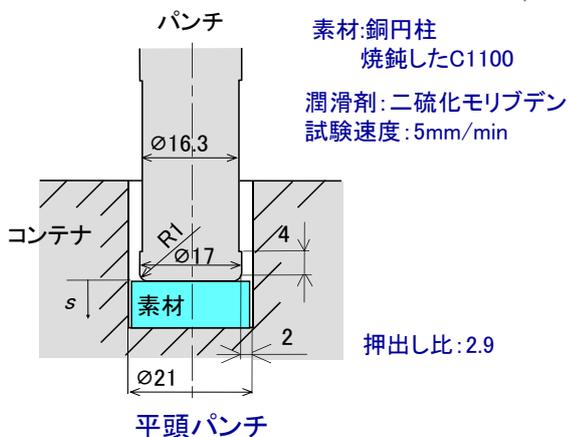
$r_f=70\%$ における振動モーションと
クランクモーションの荷重-ストローク曲線



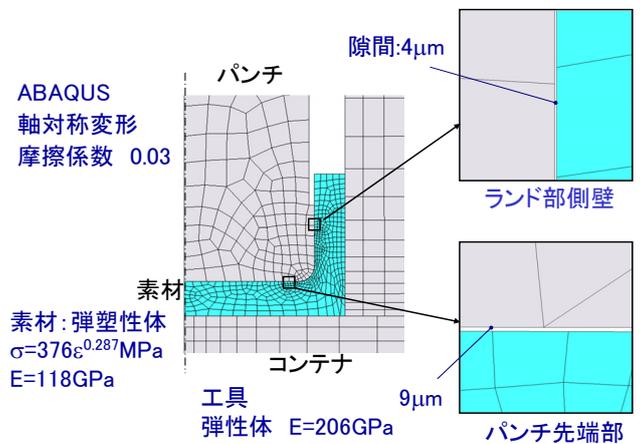
サーボプレスによる最大荷重と
最終圧縮率の関係



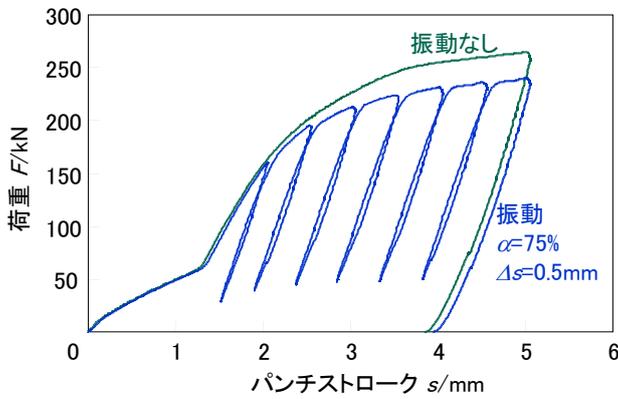
後方押し出し加工実験に用いたパンチ形状



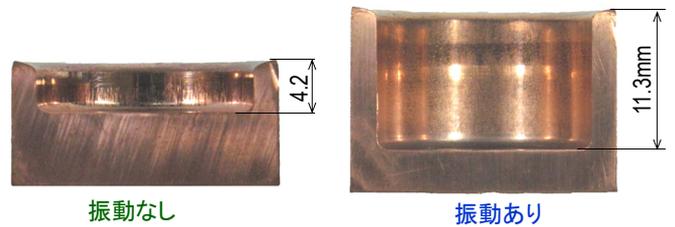
有限要素シミュレーションによる変形挙動の観察



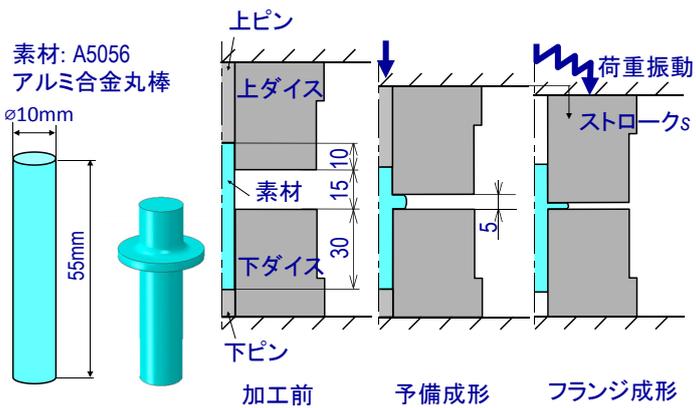
荷重-ストローク曲線



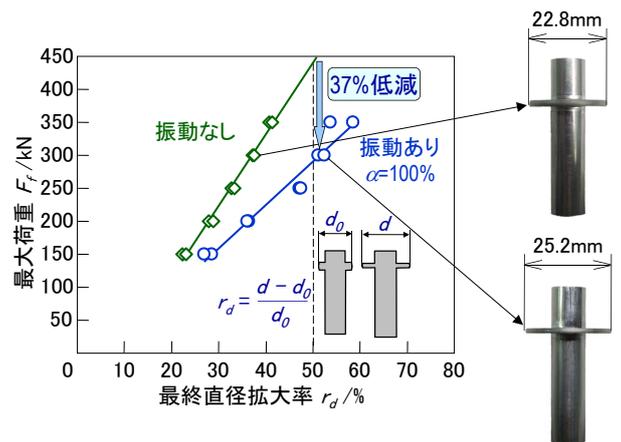
$F_f=240kN$, $\Delta s=0.1mm$ での 各除荷率における素材断面



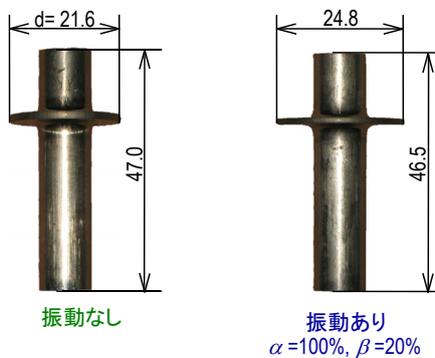
荷重振動フランジ成形実験に用いた 素材と工具形状



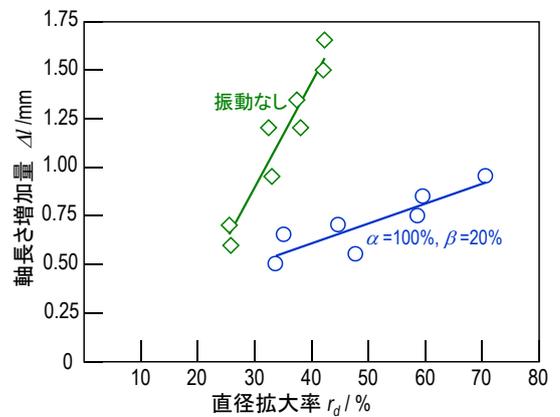
最大荷重と最終直径拡大率の関係



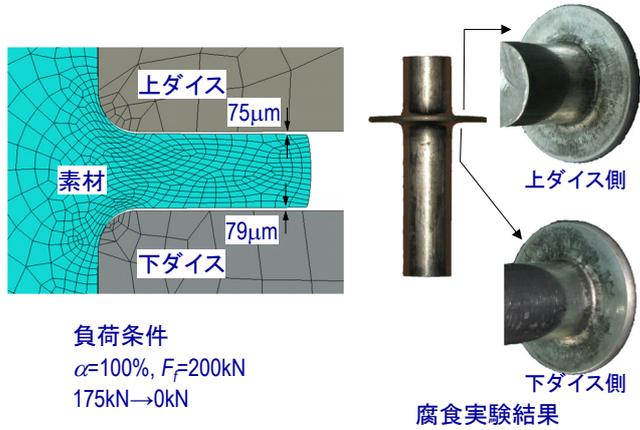
軸中間部にフランジ成形された軸部品 ($\alpha=0, 100\%$, $\beta=20\%$ $F_f=200kN$)



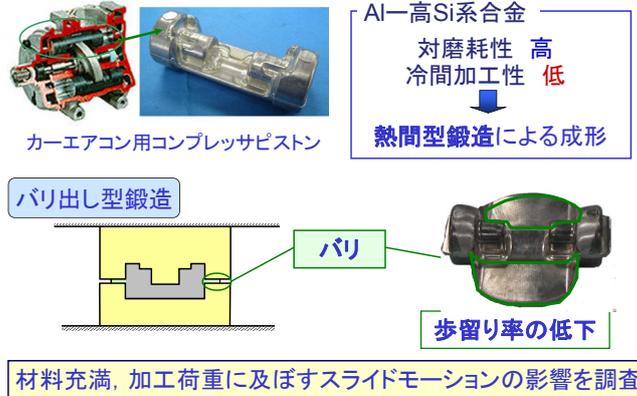
軸長さ増加量と直径拡大率の関係



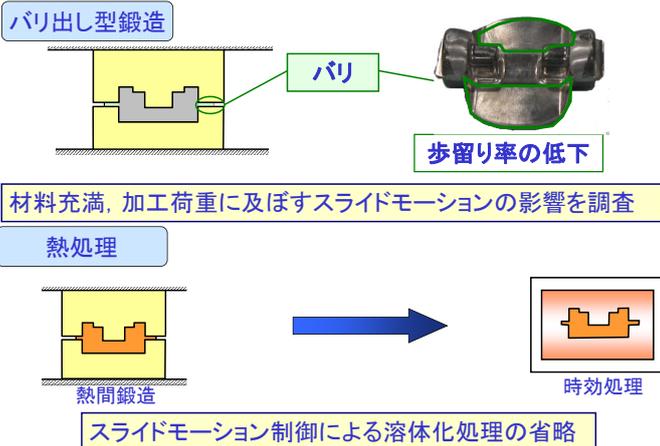
荷重振動による除荷によって生じる
素材・工具間の隙間



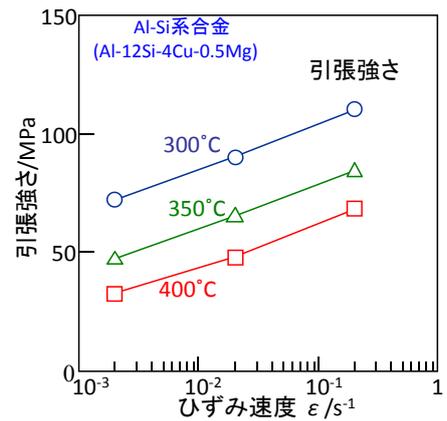
アルミニウム合金の熱間型鍛造における
スライドモーション制御



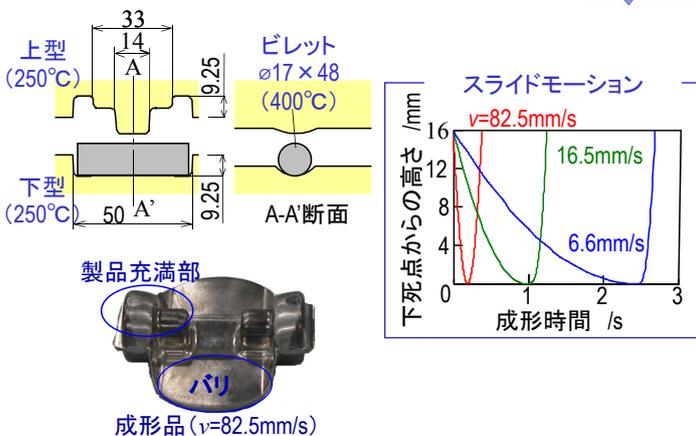
アルミニウム合金の熱間型鍛造における
スライドモーション制御



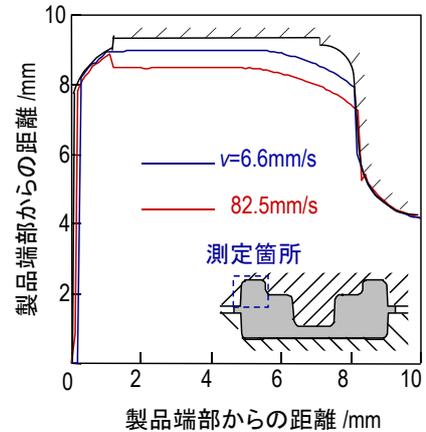
各加熱温度における引張強さと
平均ひずみ速度の関係



アルミニウム合金のバリ出し熱間型鍛造方法

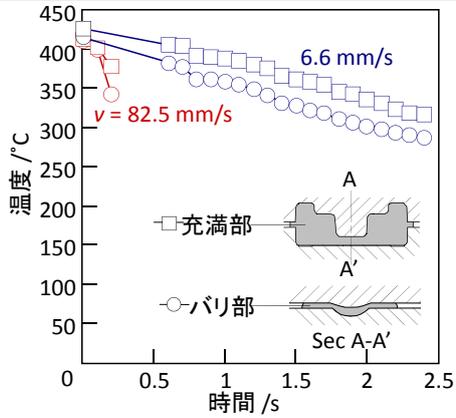


製品上部断面形状の比較

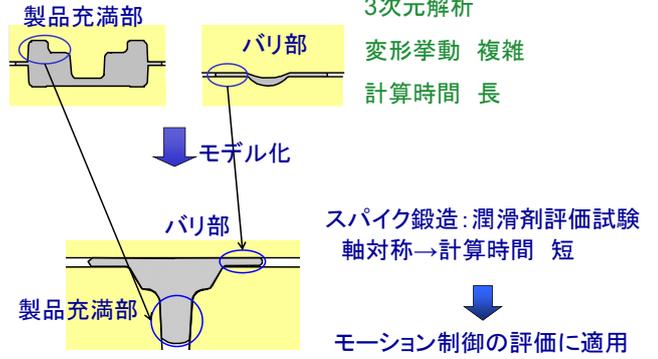


成形中のビレット内の温度変化

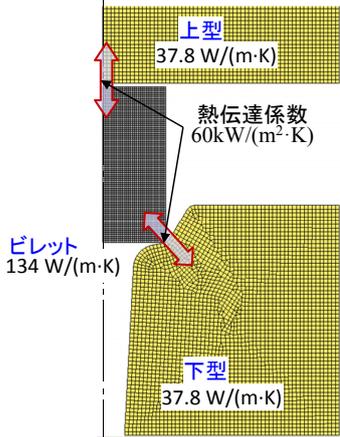
$v = 6.6$ and 82.5 mm/s



モーション制御を評価するスパイク鍛造

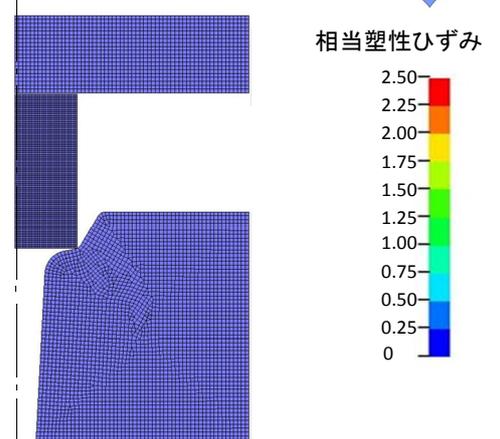


スパイク熱間鍛造の計算条件

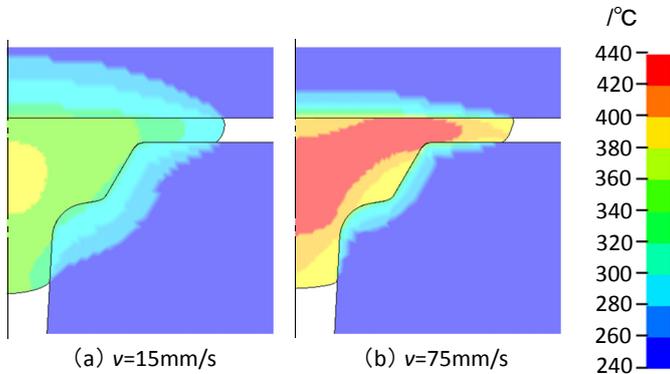


解析ソフト	LS-DYNA
モデル	軸対称モデル 熱-変形 連成モデル
摩擦係数	0.05, 0.1, 0.2
ビレット	弾塑性体 塑性仕事の90%が熱 に変換
金型	剛体

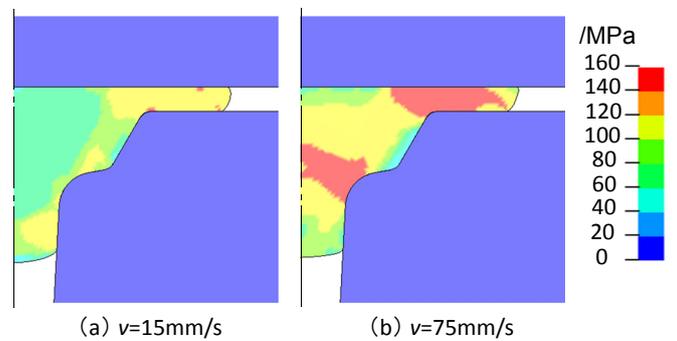
計算によるスパイク熱間鍛造の変形挙動



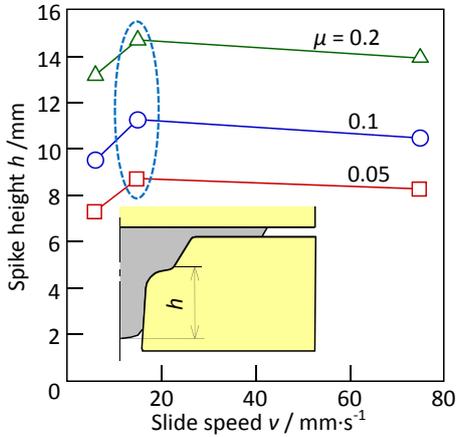
計算による $v=15$ mm/sと 75 mm/sの 温度分布の比較($s=13.1$ mm)



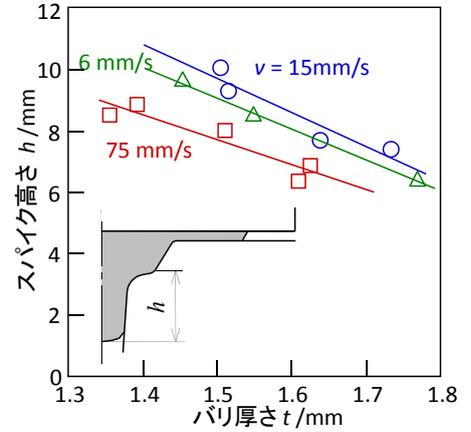
計算による $v=15$ mm/sと 75 mm/sの 相当応力分布の比較($s=13.1$ mm)



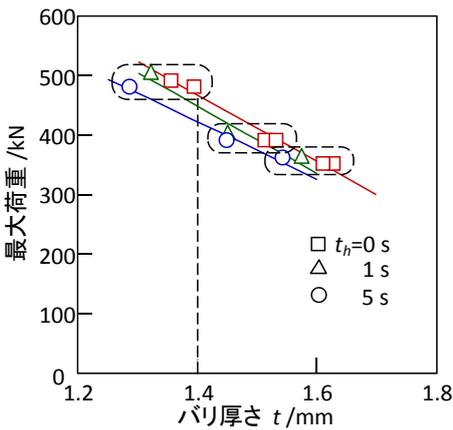
実験による各速度における
スパイク高さバリ厚の関係



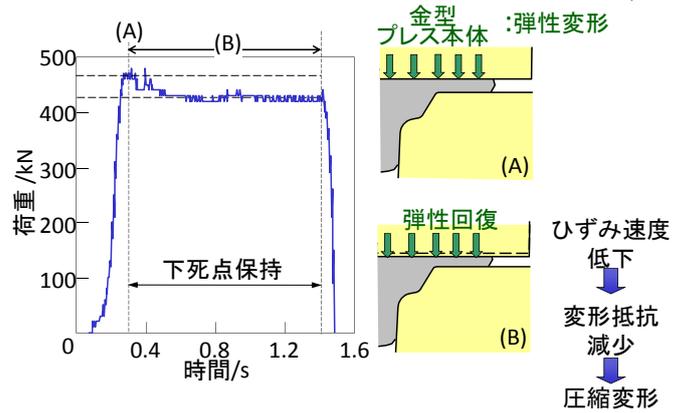
実験による各速度における
スパイク高さバリ厚の関係



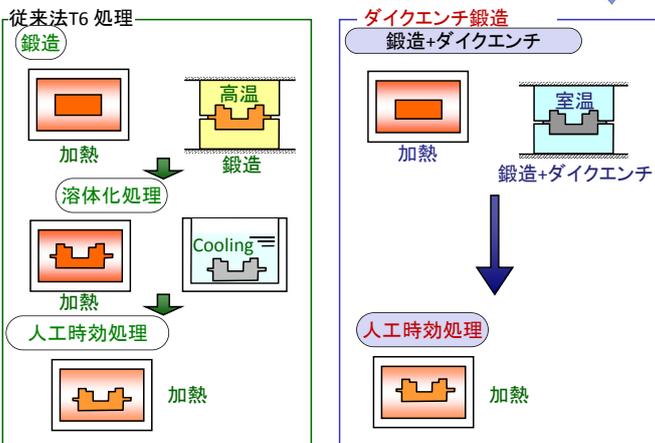
下死点保持時間が最大荷重に及ぼす影響



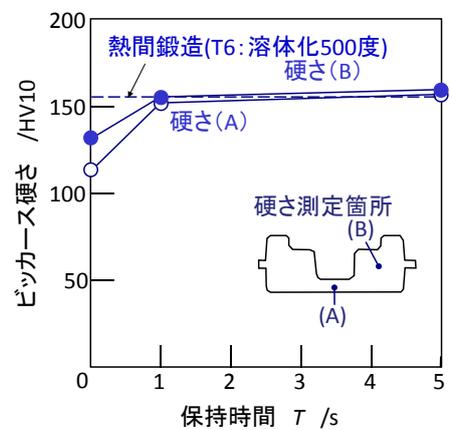
下死点保持による最大荷重の低減



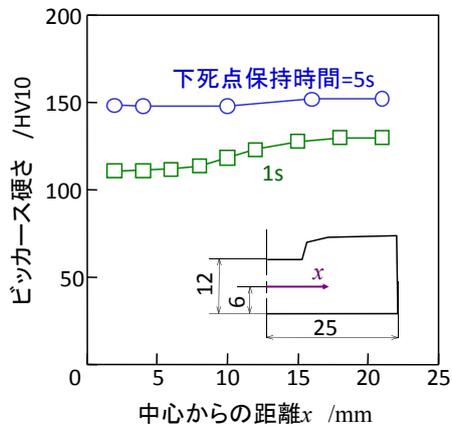
ダイクエンチ鍛造による溶体化処理の省力



人工時効後硬さと保持時間の関係



低接触面積率におけるT=5sと1s硬さ分布の比較



まとめ

荷重振動鍛造

- 荷重振動鍛造では、加工中の摩擦を小さくすることができ、加工荷重を大幅に低減できた。
- 荷重振動において素材と金型の弾性変形の差によって素材周辺部に小さな隙間を形成させて、自動的に再潤滑を行った。
- 荷重振動鍛造では荷重を低減するだけでなく製品の平坦度、粗さを向上することができた。

アルミニウム合金の熱間鍛造

- スライド速度によって成形中の温度分布が変化して材料流動が影響を受け、金型への材料充填が最大となる最適なスライド速度が存在した。
- 下死点保持によって素材のひずみ速度を小さくして変形抵抗を減少させ、金型を弾性回復させて変形を進行させることができ、最大鍛造荷重を低減できた。
- 下死点保持を行うダイクエンチ鍛造によって、素材は急冷されて溶体化処理され、その後の人工時効処理によってT6処理と同等の硬さを得ることができ、現行のT6処理における溶体化処理を省略できた。