

サーボプレスを用いた摩擦を低減する荷重振動鍛造

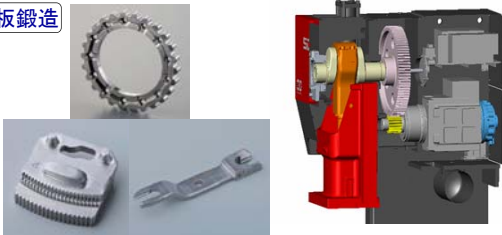
豊橋技術科学大学 前野智美

摩擦の影響が厳しくなる板鍛造において、サーボプレスを用いた摩擦を低減する荷重振動鍛造を紹介する。荷重低減メカニズム、荷重低減および形状精度向上の事例について紹介する。その他、サーボプレスを用いた研究についても紹介する。

サーボプレスを用いた 摩擦を低減する荷重振動鍛造

豊橋技術科学大学 前野 智美

板鍛造



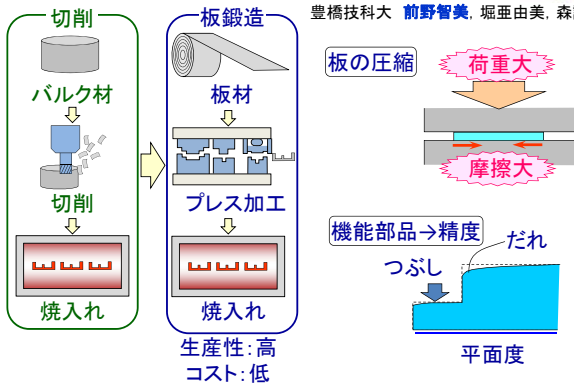
(株)サイベックコーポレーションHPより

摩擦を低減する荷重振動鍛造

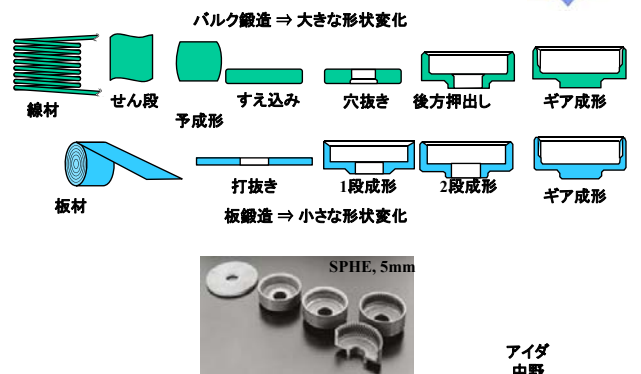
- 荷重振動鍛造による荷重の低減とメカニズム
- 鍛造加工への適用
- ステンレス鋼部品の段差付け加工

板鍛造における 潤滑剤浸漬荷重振動による摩擦低減

豊橋技科大 前野智美, 堀亜由美, 森謙一郎



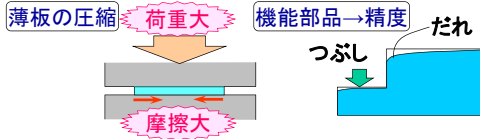
バルク鍛造と板鍛造



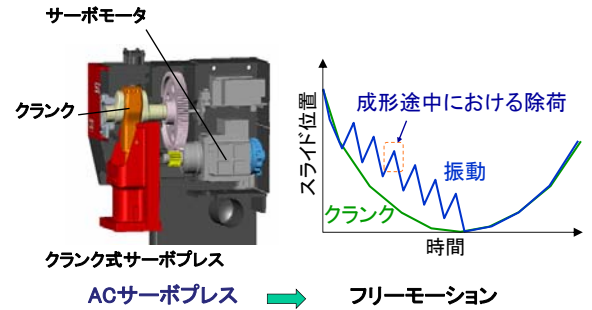
アイダ
中野

板鍛造成形の問題点

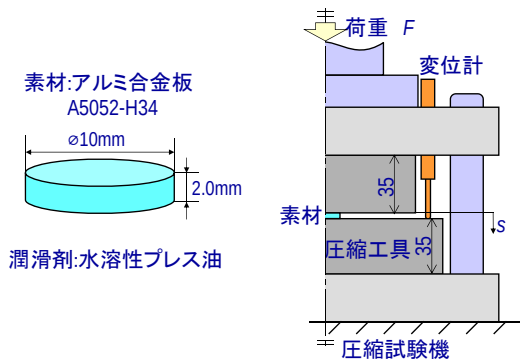
板鍛造 厚板材に複雑な板厚分布を成形



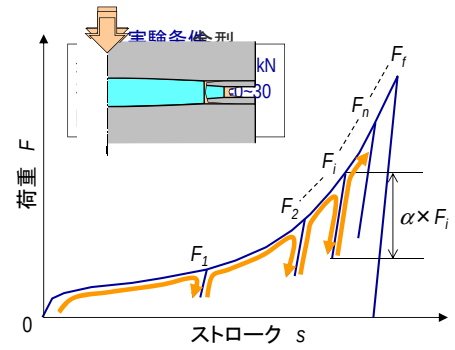
サーボプレスを用いた荷重振動鍛造



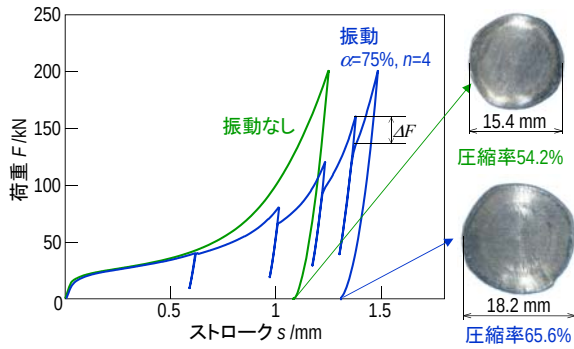
荷重振動すえ込み加工実験に用いた
素材と工具形状



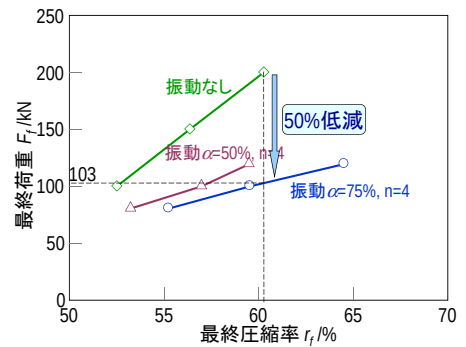
すえ込み加工における荷重振動の経路



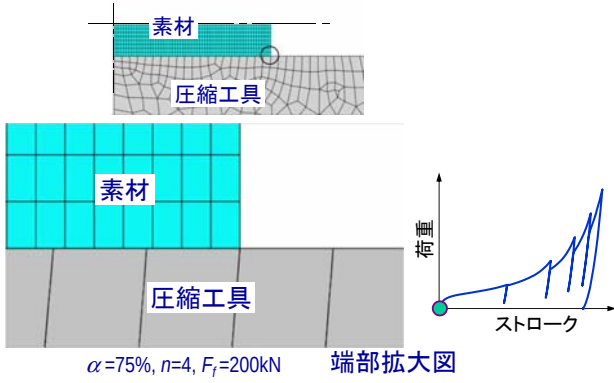
荷重振動すえ込み加工における
荷重-ストローク曲線, $F_f=200\text{kN}$



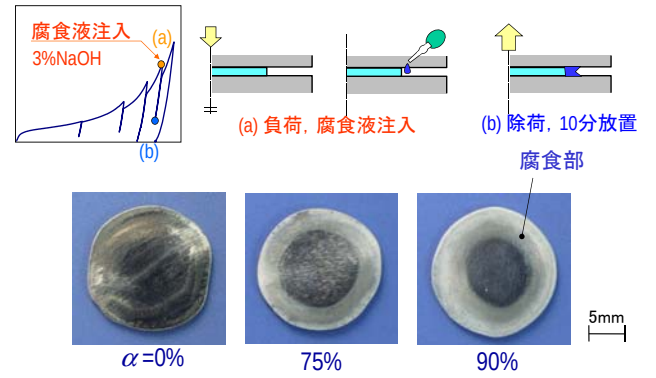
各種の条件における最終荷重と
圧縮率の関係



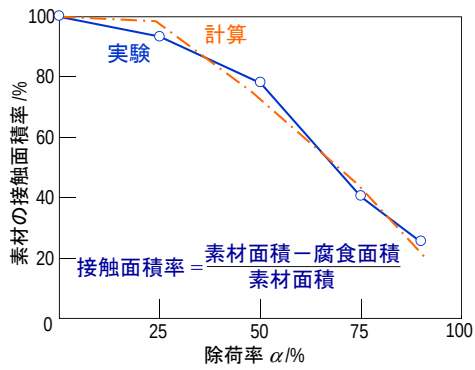
有限要素シミュレーションによる変形挙動



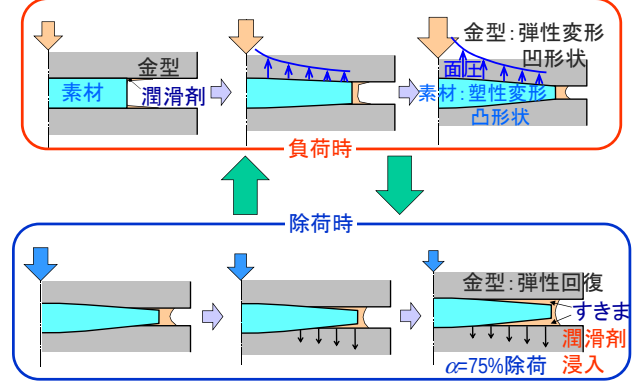
腐食実験による隙間の発生の確認



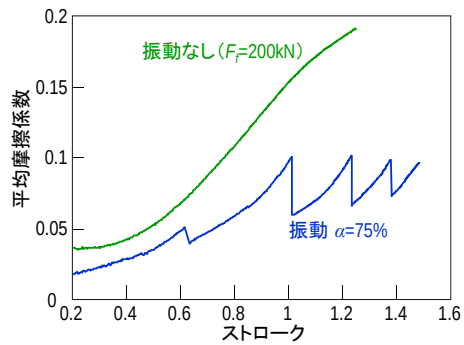
途中除荷時の素材の接触面積率と除荷率の関係



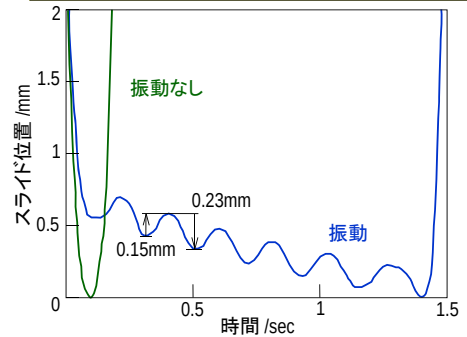
荷重振動による自動再潤滑のメカニズム



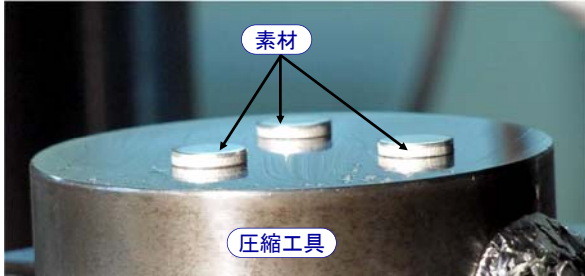
加工中の摩擦係数の変化



サーボプレスを用いた振動モーションすえ込み実験

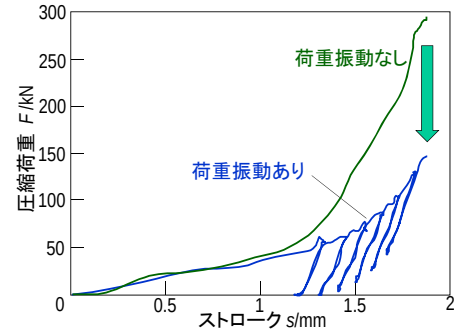


サーボプレスを用いたすえ込み実験

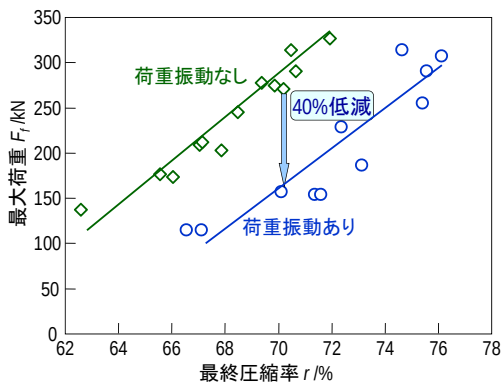


振動モーション
平均除荷率70~80%, 除荷回数6回

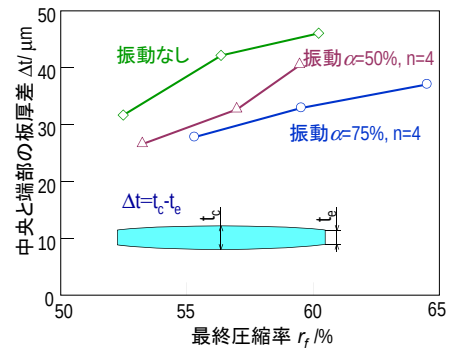
$r_f=70\%$ における振動モーションと
クランクモーションの荷重-ストローク曲線



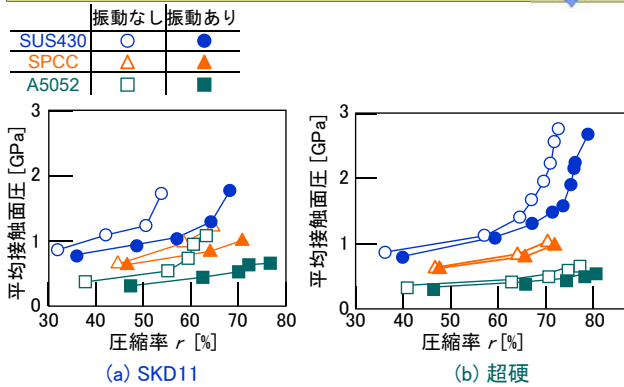
サーボプレスによる最大荷重と
最終圧縮率の関係



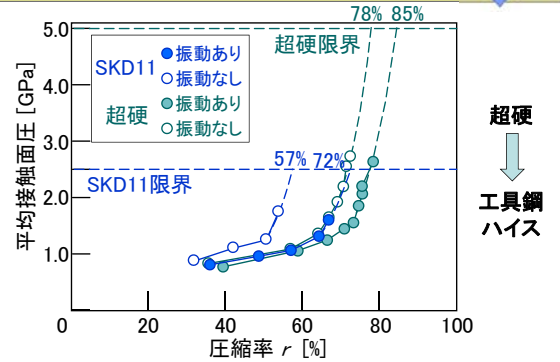
荷重低減による平坦度向上



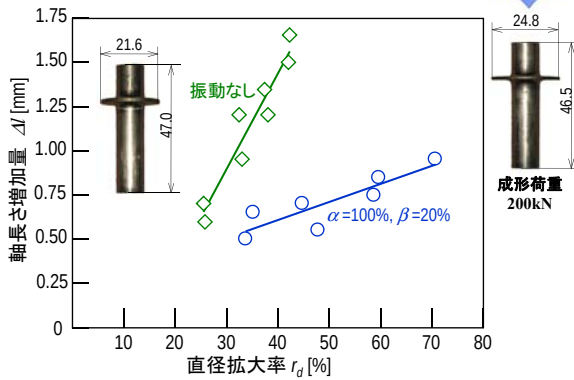
各素板における荷重振動ありとなしにおける
平均接触面圧と圧縮率の関係



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



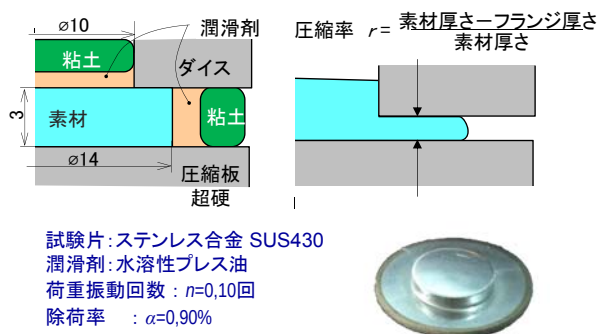
軸長さ増加量と直径拡大率の関係



摩擦を低減する荷重振動鍛造

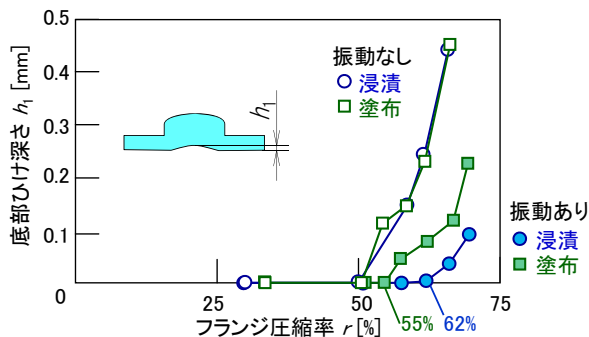
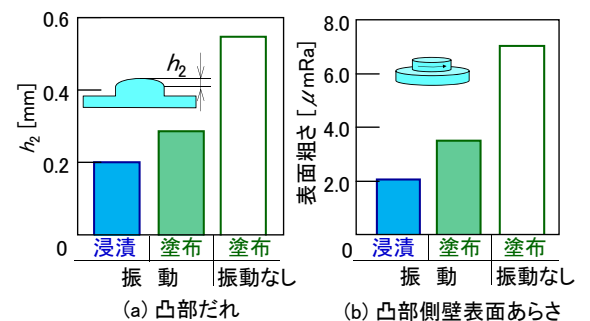
- 荷重振動鍛造による荷重の低減とメカニズム
- 鍛造加工への適用
- ステンレス鋼部品の段差付け加工

潤滑剤浸漬荷重振動による段差付け加工

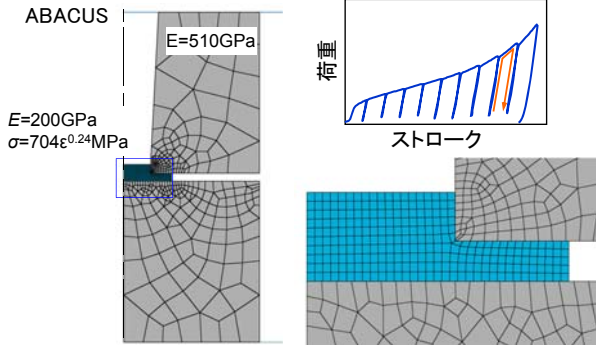
 $r = 62\%$ における段差付け加工後の断面

	浸漬	塗布
振動あり		
振動なし		

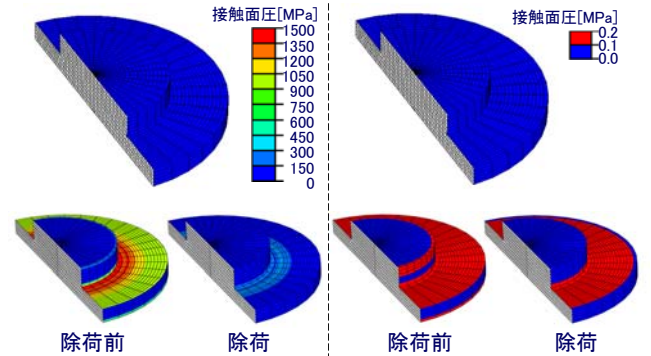
段差付け加工における底部ひけ深さとフランジ圧縮率の関係

 $r = 65\%$ における凸部だれおよび凸部側壁表面粗さ潤滑および振動条件の影響

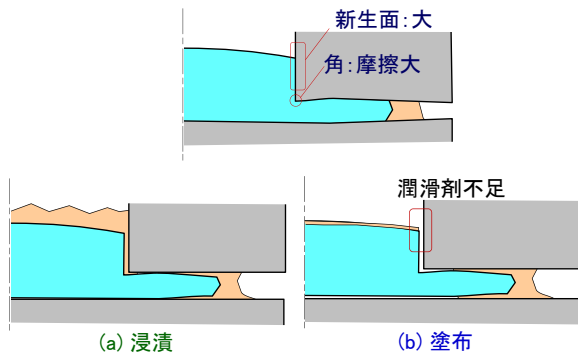
有限要素シミュレーションによる 金型接触の検討



有限要素シミュレーションによる 除荷時の金型と素材の接触面圧



潤滑剤浸漬による凸部側壁および 角部の再潤滑



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

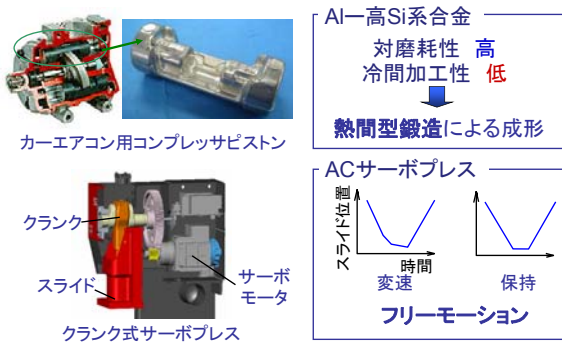
寸法精度向上

- 平面度
- だれ
- へこみ

表面性状向上

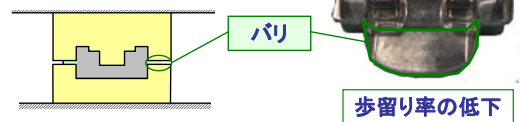
- 粗さ
- 焼付き防止

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



研究目的

バリ出し型鍛造



材料充满, 加工荷重に及ぼすスライドモーションの影響を調査

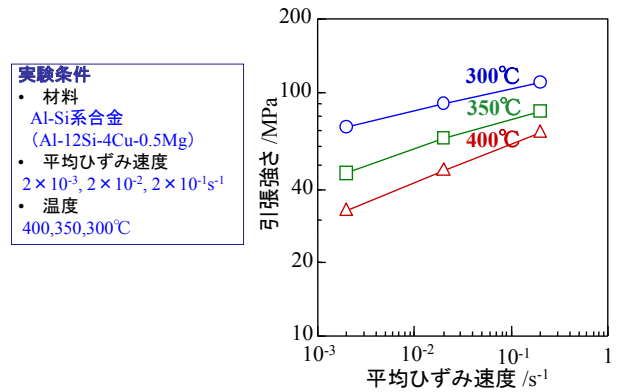
熱処理



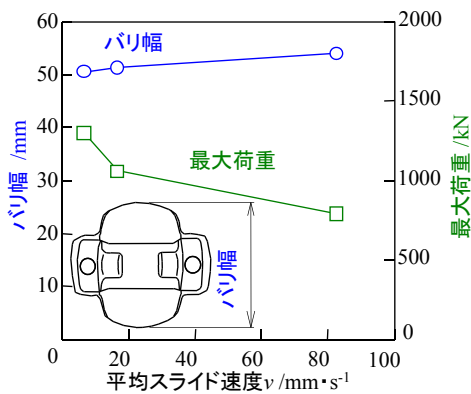
スライドモーション制御による溶体化処理の省略

- 1.金型充填・荷重に及ぼす成形速度の影響
- 2.モーション制御を評価するスパイク鍛造
- 3.ダイクエンチ鍛造による溶体化処理の省略

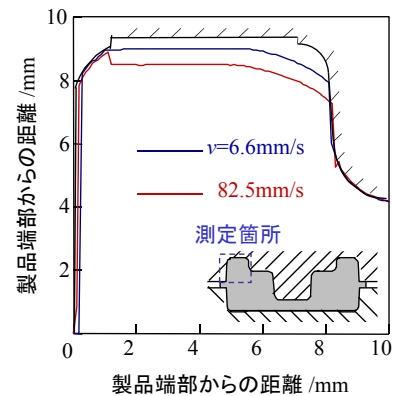
各加熱温度における引張強さと平均ひずみ速度の関係



バリ幅および最大荷重と平均スライド速度の関係

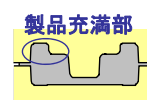


製品上部金型充填の比較

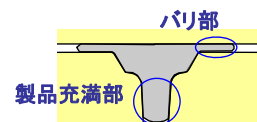


- 1.金型充填・荷重に及ぼす成形速度の影響
- 2.モーション制御を評価するスパイク鍛造
- 3.ダイクエンチ鍛造による溶体化処理の省略

モーション制御を評価するスパイク鍛造



3次元解析
変形挙動 複雑
計算時間 長

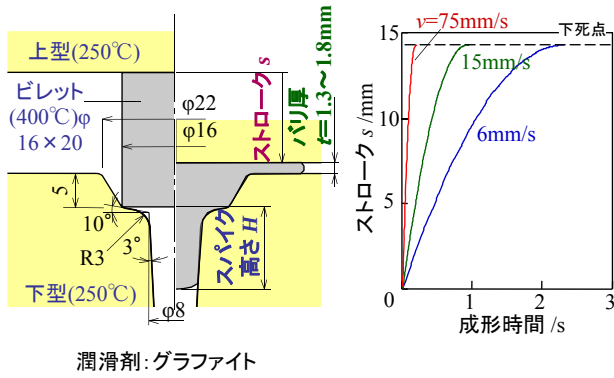


スパイク鍛造: 潤滑剤評価試験

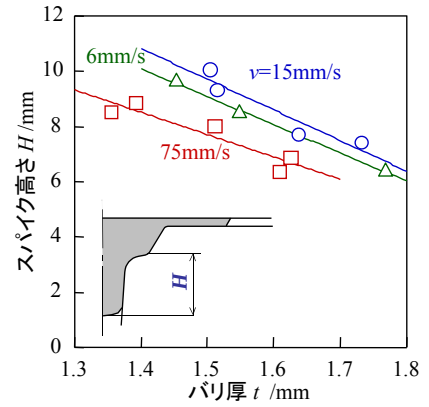
2次元解析
計算時間 短

↓
モーション制御の評価に適用

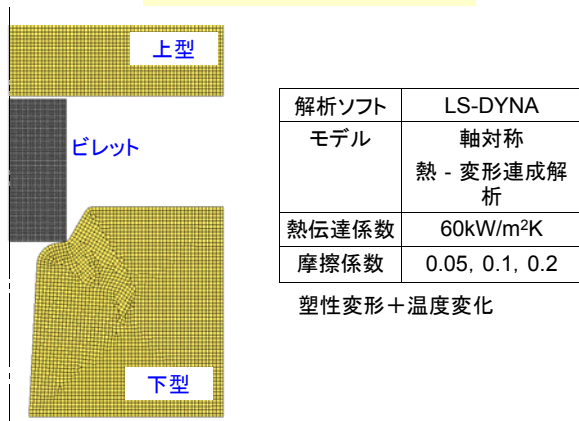
アルミニウム合金のスパイク熱間鍛造に用いた 工具およびビレット形状



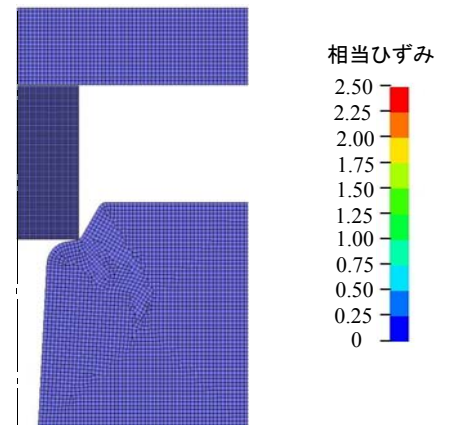
実験による各速度におけるスパイク高さとバリ厚の関係



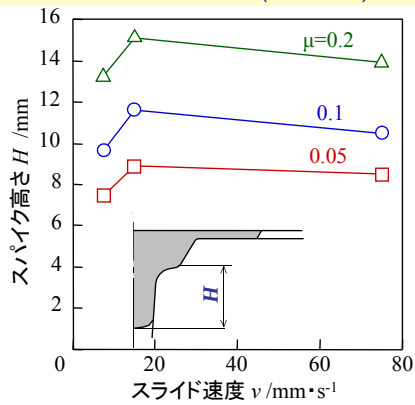
スパイク熱間鍛造の計算条件



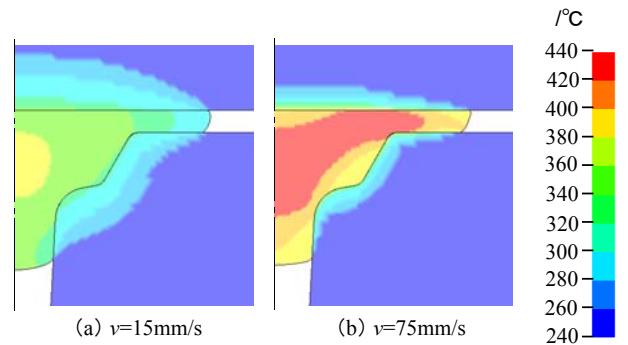
計算によるスパイク熱間鍛造の変形挙動



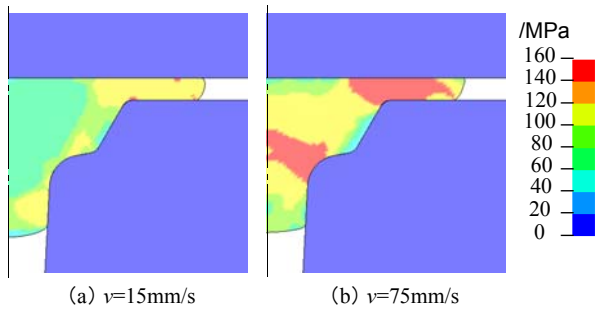
計算による各摩擦係数におけるスパイク高さと スライド速度の関係($t = 1.5 \text{ mm}$)



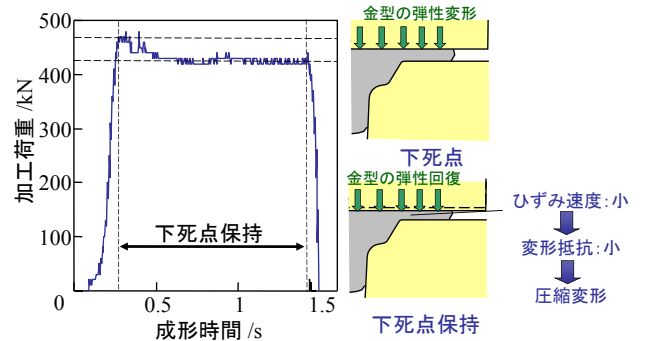
計算による $v = 15 \text{ mm/s}$ と 75 mm/s の温度分布の比較 ($s = 13.1 \text{ mm}$)



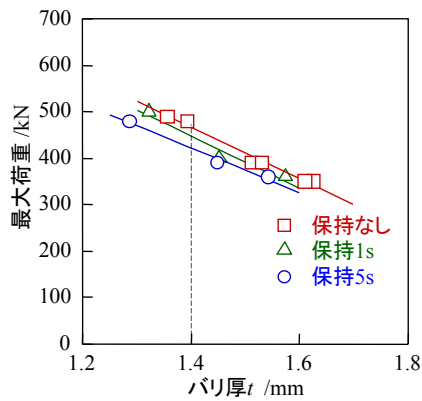
計算による $v=15\text{mm/s}$ と 75mm/s の相当応力分布の比較
($s=13.1\text{mm}$)



下死点保持によるバリ厚減少のメカニズム

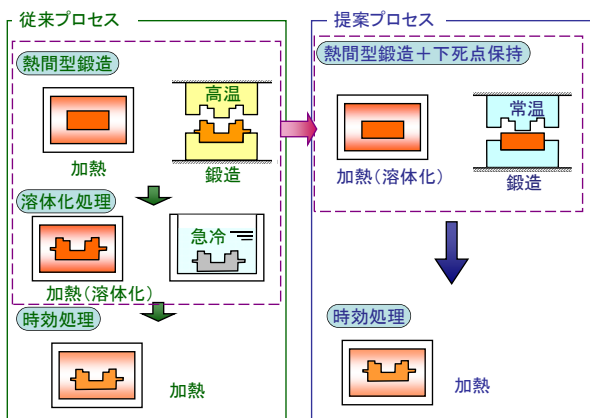


実験による各保持時間における最大荷重とバリ厚の関係

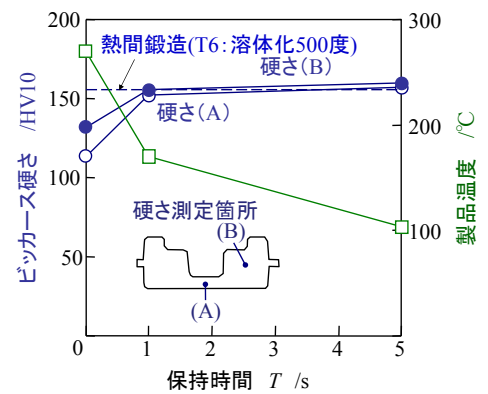


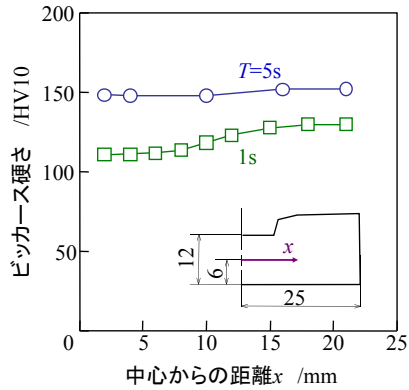
1. 金型充满・荷重に及ぼす成形速度の影響
2. モーション制御を評価するスパイク鍛造
3. ダイクエンチ鍛造による溶体化処理の省略

ダイクエンチ鍛造による溶体化処理の省略



人工時効後硬さおよび製品温度と保持時間の関係

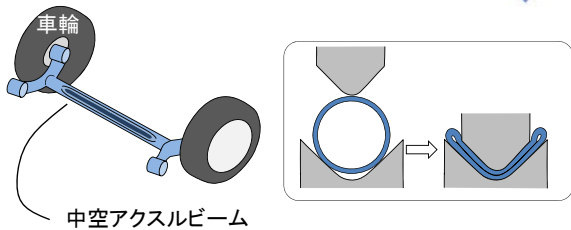


低接触面積率における $T=5s$ と $1s$ 硬さ分布の比較

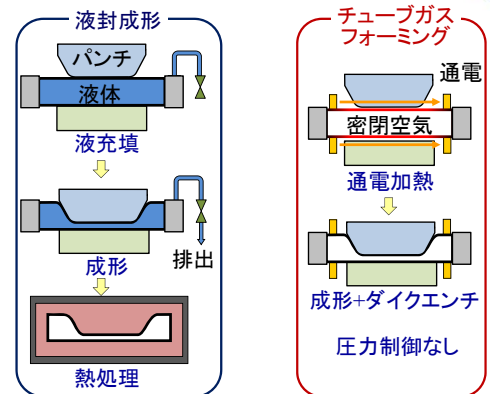
まとめ

1. スライド速度が小さいと金型充填部よりバリ部での相当応力が大きいため、材料充填が増加する。
2. 成形途中に減速を行うと、充填状態はその速度間で比例的に変化する。
3. 下死点保持を行うと、金型の弾性回復により荷重低減ができる。
4. 常温金型で下死点保持によるダイクエンチ鍛造を行うと、溶体化処理を省略できる。

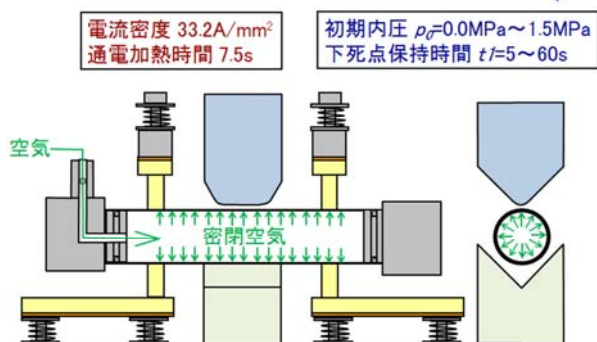
超高強度鋼中空部材のホットスタンピング



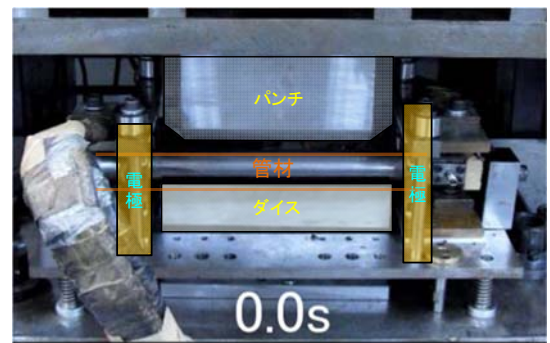
液封成形とチューブガスフォーミング



チューブガスフォーミング方法



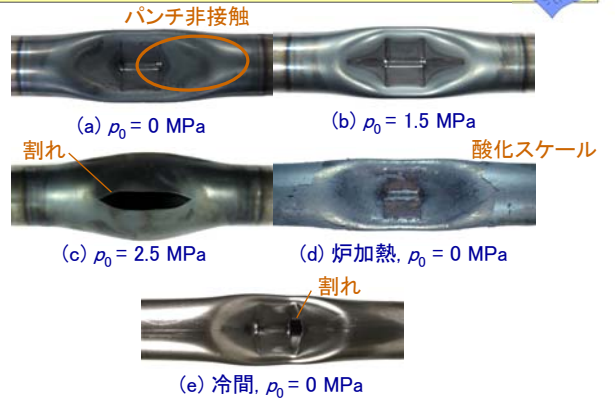
チューブガスフォーミング

 $V_f=80\%$, $p_0=0.75MPa$


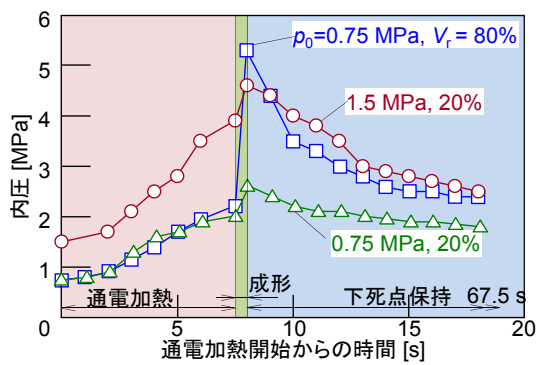
チューブガスフォーミングされた管材
 $\rho_0=1.5\text{MPa}$



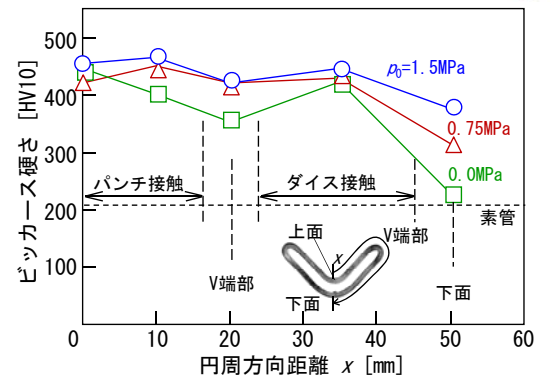
チューブガスフォーミングされた管材



チューブガスフォーミング中の内圧変化
 $\rho_0=0.75\text{MPa}$, 1.5MPa , $V_f=20\%$, 80%

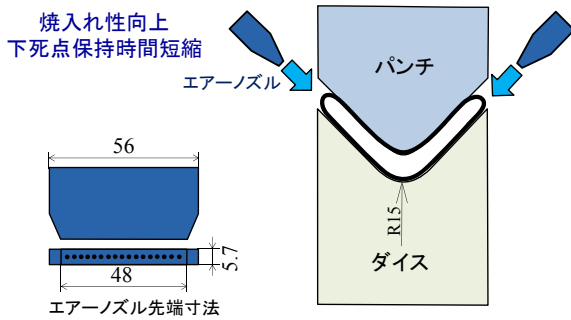


円周方向硬さ分布に及ぼす初期内圧の影響



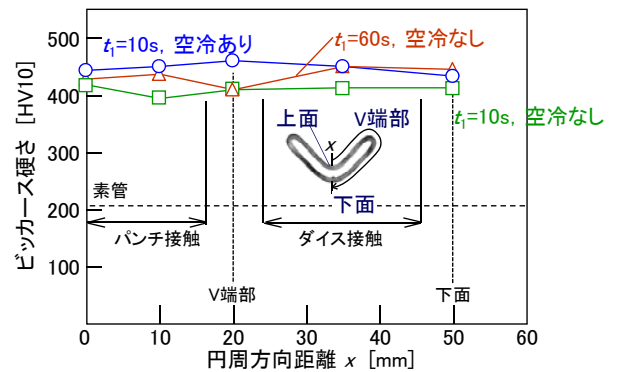
圧縮空気を用いた強制空冷方法

下死点保持中強制空冷を行う

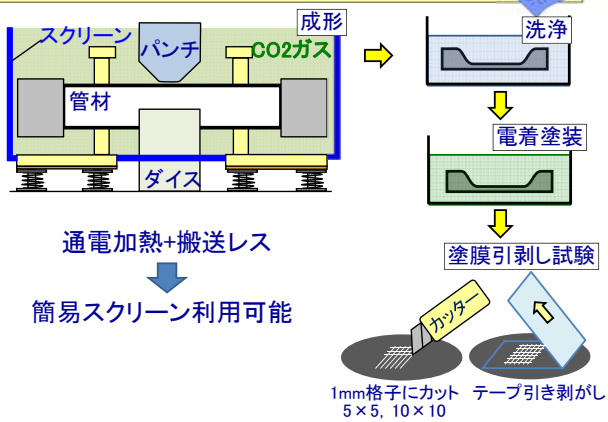


強制空冷による下死点保持時間の短縮

$\rho_0=1.5\text{MPa}$



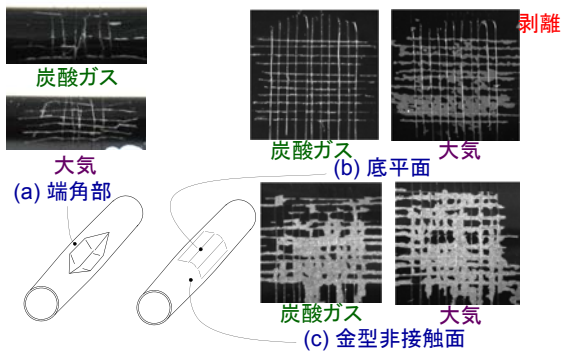
炭酸ガス雰囲気成形による酸化スケール低減



炭酸ガスおよび大気中で成形した管材の成形後及び電着塗装後の表面 (V_r=20%, p₀=1.5MPa)

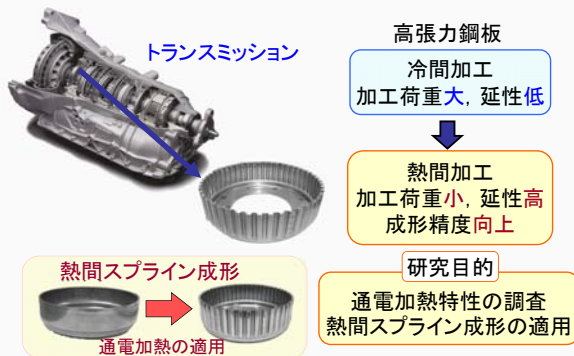
	成形後	電着塗装
炭酸ガス		
大気		

テープによる塗膜引剥し試験後の塗膜 (V_r=20%, p₀=1.5MPa)

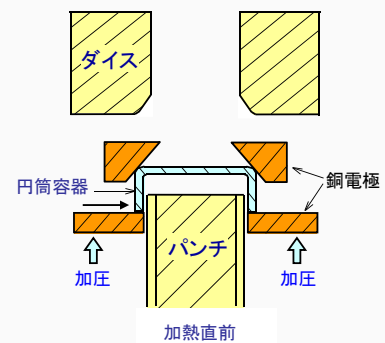


その他研究紹介

通電加熱を用いた超高張力歯形ドラムの温・熱間スプライン成形



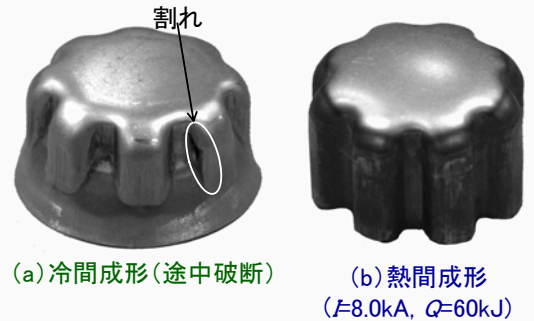
通電加熱による円筒容器の熱間スプライン成形プロセス



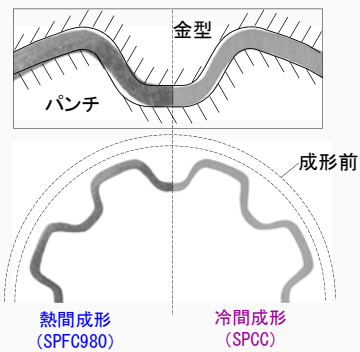
通電加熱を用いた熱間スプライン成形の様子
($Q=60\text{kJ}$)



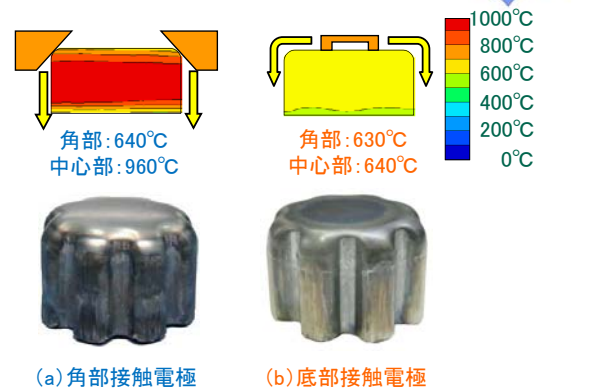
スプライン成形後の高張力鋼容器外観



スプライン成形後の高張力鋼容器断面
($I=8.0\text{kA}$, $Q=60\text{kJ}$)



底部接触電極を用いたスプライン成形結果



チタン合金の通電加熱熱間プレス

極限成形システム研究室 山下 裕也

$\alpha+\beta$ 型チタン合金

強度:高
耐食性:良

航空機構造部材に利用



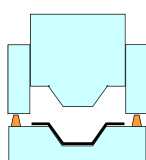
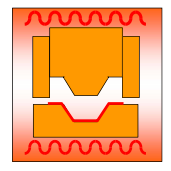
常温での成形が困難

炉加熱での成形

金型の加熱:要
加熱時間:数分
酸化スケール:大

通電加熱での成形

金型の加熱:不要
加熱時間:数秒
酸化スケール:小



目的: 加熱時間の短縮による生産性の向上

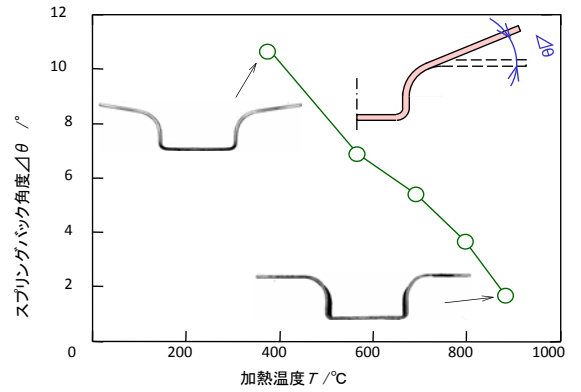
通電加熱ハット曲げ成形



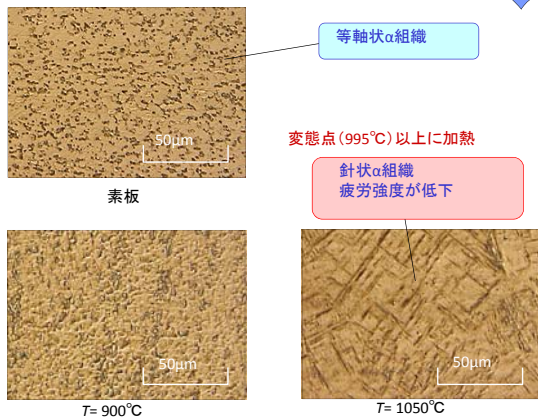
ハット曲げ成形品外観



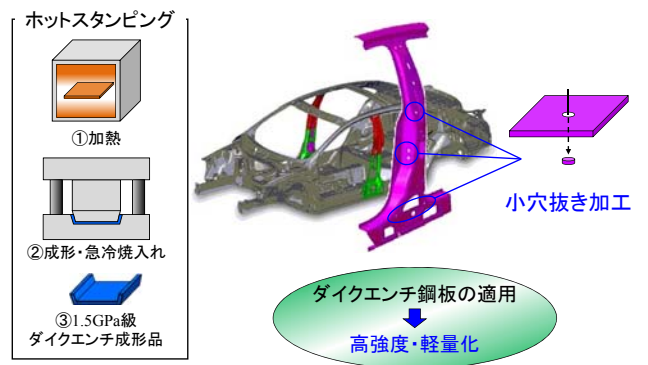
スプリングバック角度に及ぼす加熱温度の影響



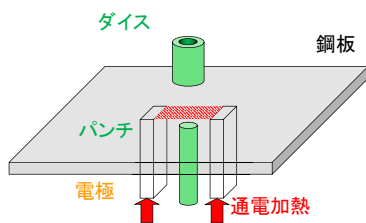
通電加熱ハット曲げ成形品組織観察



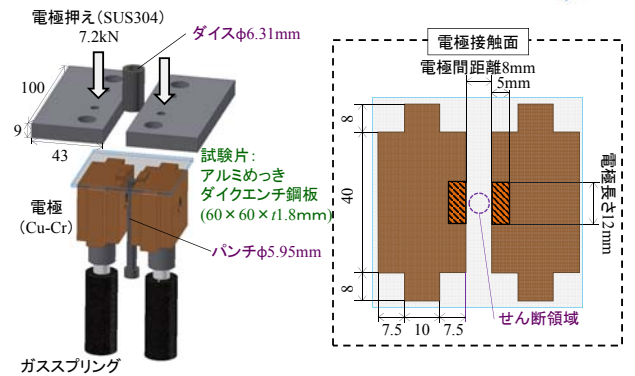
ダイクエンチされた鋼板の 局部通電加熱小穴抜き加工



部分通電加熱小穴抜き加工

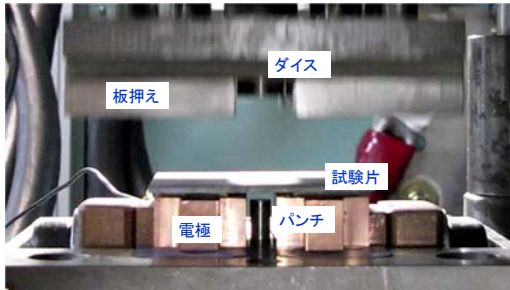


部分通電加熱小穴抜き加工用工具

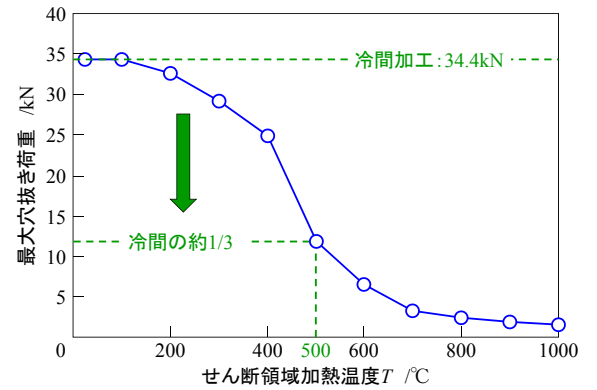


部分通電加熱小穴抜き加工 ($I=4.1\text{kA}$, $T=800^\circ\text{C}$)

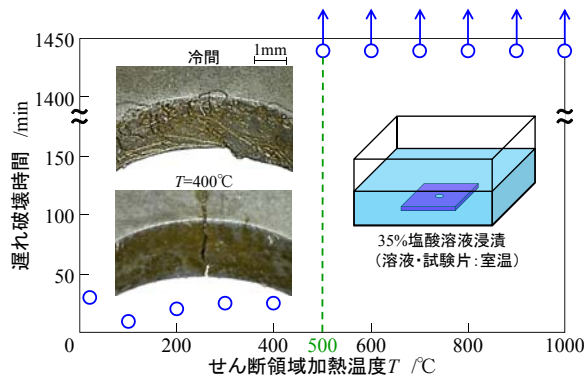
電極を試験片へ加圧 → 加工領域付近加熱 → 小穴抜き加工



部分通電加熱小穴抜き加工荷重



酸性溶液浸漬による遅れ破壊加速実験



切口表面の残留応力と せん断領域加熱温度の関係

