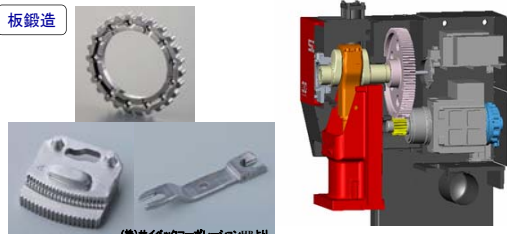


サーボプレスの多様なモーションを利用した塑性加工
- 荷重低減, 焼付き防止, せん断面品質向上 -

横浜国立大学 前野智美



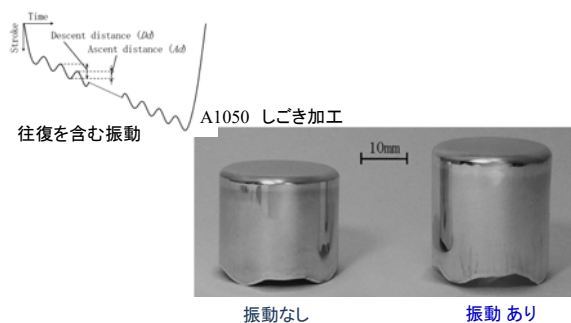
YNU YOKOHAMA National University

サーボプレスのフリーモーションを活用した塑性加工
- 荷重低減, 焼付き防止, せん断面品質向上 -

- 自己紹介
- モーション制御を応用した最近の塑性加工
- 板鍛造
- 荷重振動鍛造による荷重の低減とメカニズム
- 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鍛造
- 振動モーションによる厚板切り口面性状向上

YNU YOKOHAMA National University

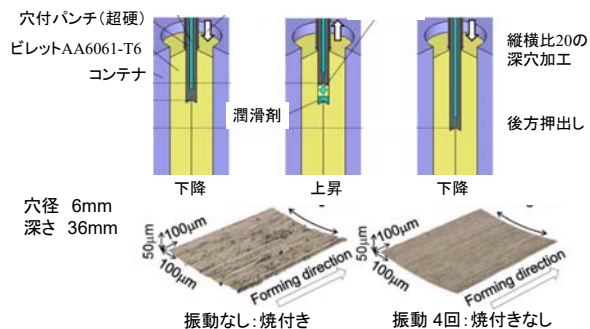
振動しごき加工



古閑伸裕 ほか, 1050 アルミニウム板のNC サーボプレスを用いた振動深絞り加工としごき加工, 軽金属 Vol.57 No.6 (2007) 240-244.

YNU YOKOHAMA National University

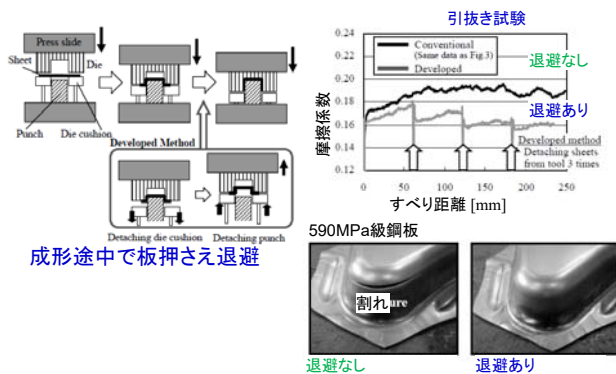
潤滑油流路パンチとサーボプレスのモーション制御を活用したパルス穴あけ加工法



R. Matsumoto et al., Prevention of galling in forming of deep hole with retreat and advance pulse ram motion on servo press, CIRP Annals - Manufacturing Technology 60 (1) (2011) 315-318.

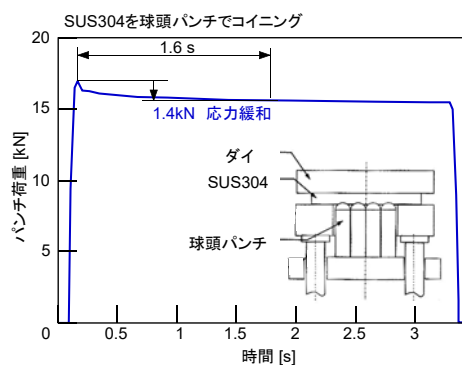
YNU YOKOHAMA National University

冷間プレス成形におけるサーボプレスのモーション制御を用いた成形性向上



Y. Tamai et al., Improvement of formability in stamping of steel sheets by motion control of servo press, Steel Research International 41 (9) (2010), Supplement Metal Forming 2010, 686-689.

スライド停止を用いた 応力緩和現象

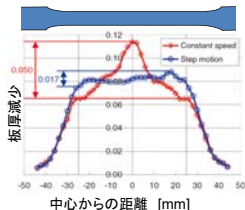
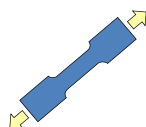


久野拓律, 田村慎太郎, サーボプレスにおけるモーションと製品品質の関係, 平成24年塑性加工春季講演会講演論文集 (2012)117-118.

応力緩和減少を利用したひずみ分散化による深絞り性向上

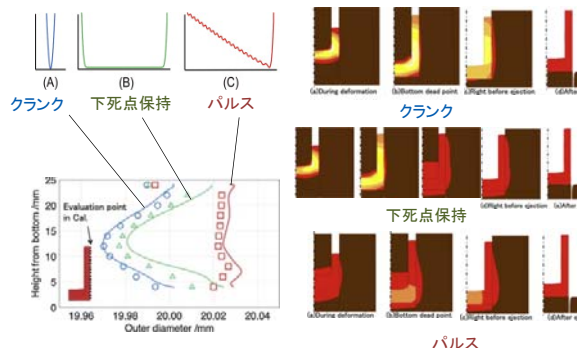


引張試験にステップモーションを適用して詳細な検討



山下裕之 ほか、応力緩和減少を利用したひずみ分散化による深絞り性向上技術, Honda R&D Technical Review Vol.24 No.1 (2012) 142-148.

加工発熱による温度上昇の均一化による形状精度向上



T. Ishikawa et al., Control of thermal contraction of aluminum alloy for precision cold forging, CIRP Annals - Manufacturing Technology Vol.63 No.1 (2014) 289-292.

ステアリングピニオン歯筋精度向上

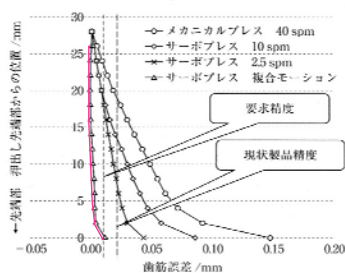


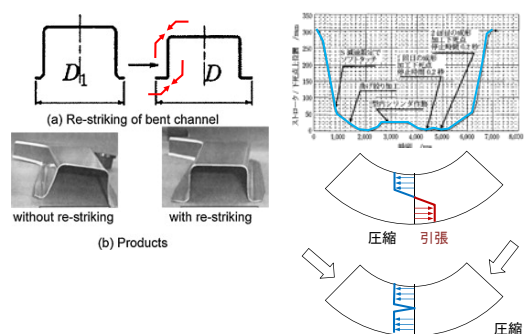
図 4.1.38 サーボプレスによる鍛造品精度



小坂田宏達・石川孝司・小野宗憲・森下弘一・安藤弘行 (2010), 精密鍛造, 日刊工業新聞社

YNU YOKOYAMA National University

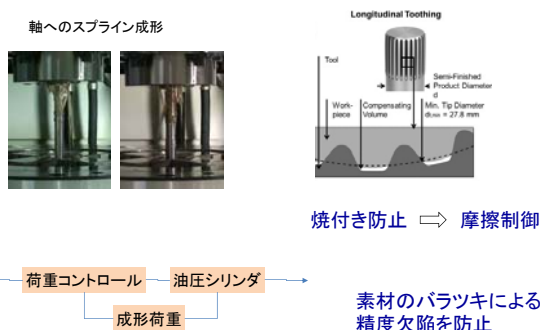
リストライクによるスプリングバックの提言



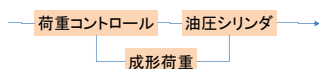
菅沼俊治, サーボプレスの板成形への適用, 塑性と加工 49-565 (2008) 118-122

YNU YOKOYAMA National University

振動スプライン成形における摩擦制御による形状精度安定化



焼付き防止 ⇨ 摩擦制御



素材のバラツキによる精度欠陥を防止

P. Groche et al., Friction control for accurate cold forged parts, CIRP Annals - Manufacturing Technology Vol.63 No.1 (2014) 285-288.

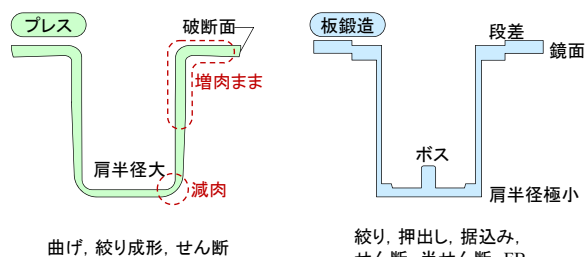
YNU YOKOYAMA National University

サーボプレスのフリーモーションを活用した塑性加工 - 荷重低減, 焼付き防止, せん断面品質向上 -

- 自己紹介
- モーション制御を応用した最近の塑性加工
- 板鍛造
- 荷重振動鍛造による荷重の低減とメカニズム
- 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鍛造
- 振動モーションによる厚板切り口面性向上

YNU YOKOYAMA National University

板鍛造と板金プレスとのちがい

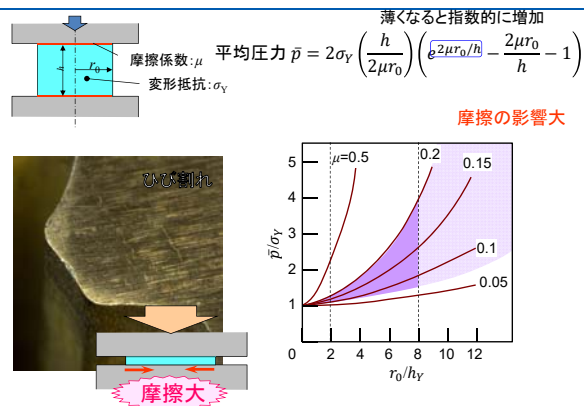


板内か板外側の形状管理が主
板厚管理: ネッキングなし
減少率xx%以内

成品の断面形状を作る

YNU YOKOHAMA National University

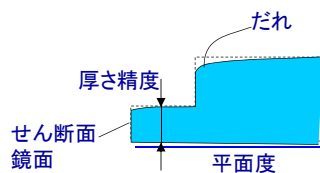
板鍛造における荷重増大の問題



YNU YOKOHAMA National University

板鍛造成品: 高精度が求められる

機能部品→精度



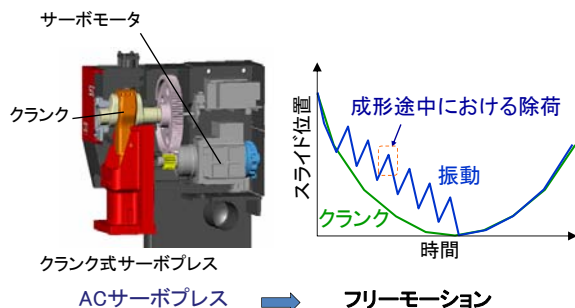
YNU YOKOHAMA National University

サーボプレスのフリーモーションを活用した塑性加工 - 荷重低減, 焼付き防止, せん断面品質向上 -

- 自己紹介
- モーション制御を応用した最近の塑性加工
- 板鍛造
- 荷重振動鍛造による荷重の低減とメカニズム
- 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鍛造
- 振動モーションによる厚板切り口面性状向上

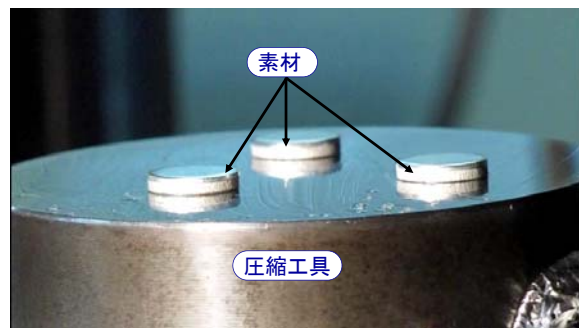
YNU YOKOHAMA National University

サーボプレスを用いた荷重振動鍛造



YNU YOKOHAMA National University

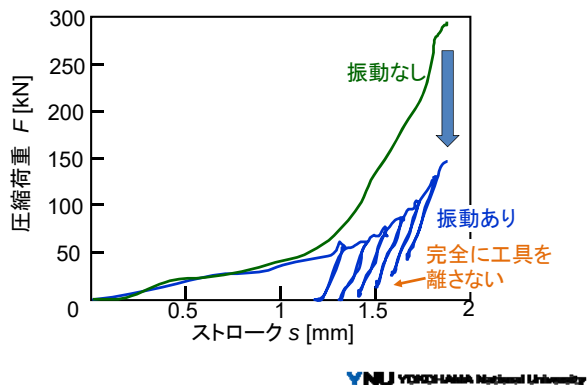
サーボプレスを用いたすえ込み実験



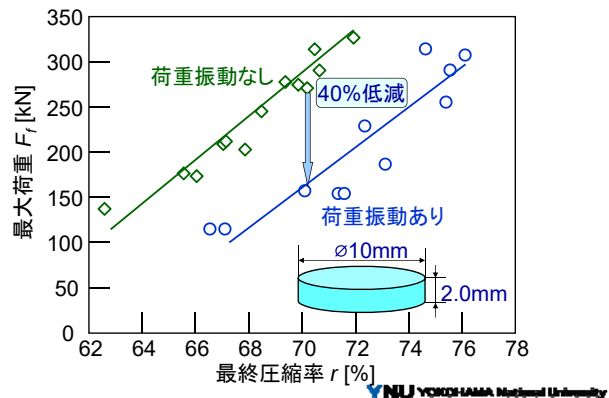
振動モーション
平均除荷率70~80%, 除荷回数6回

YNU YOKOHAMA National University

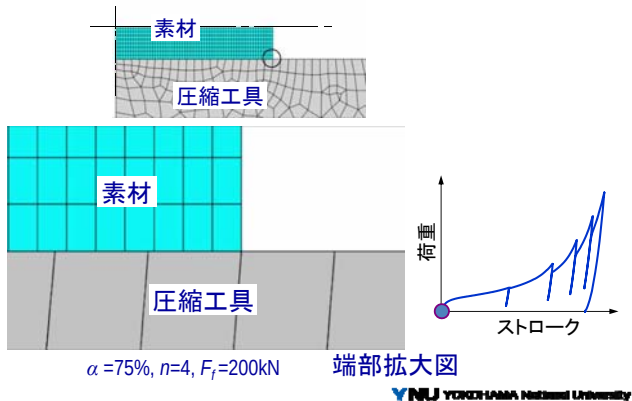
振動モーションとクランクモーションの 荷重-ストローク曲線



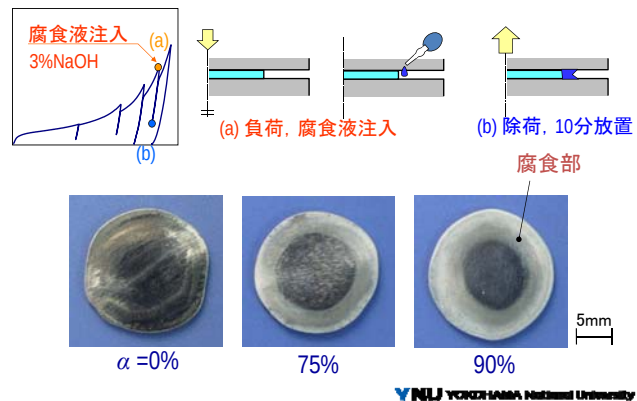
クランクモーションと振動モーションにおける板材圧縮時の 最大荷重と最終圧縮率の関係



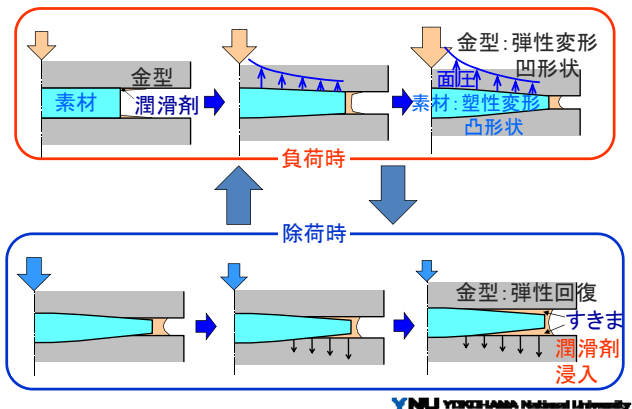
有限要素シミュレーションによる変形挙動



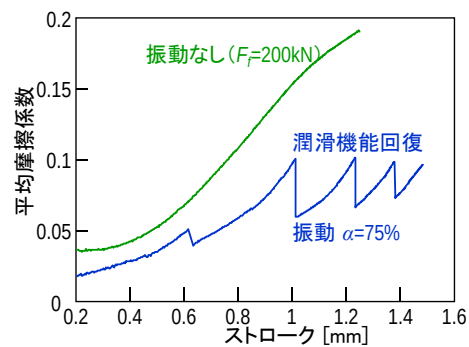
腐食実験による隙間の発生の確認



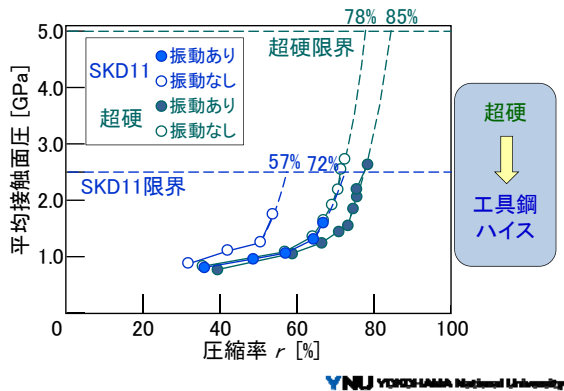
荷重振動による自動再潤滑のメカニズム



加工中の摩擦係数の変化



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

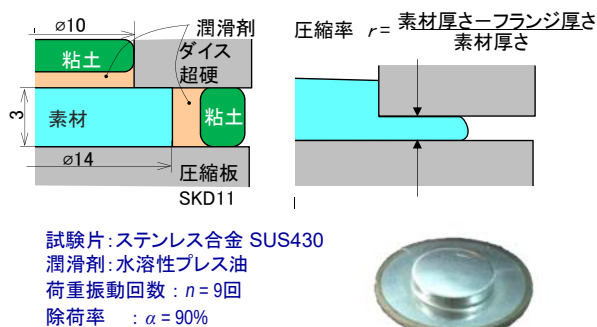


サーボプレスのフリーモーションを活用した塑性加工 - 荷重低減, 焼付き防止, せん断面品質向上 -

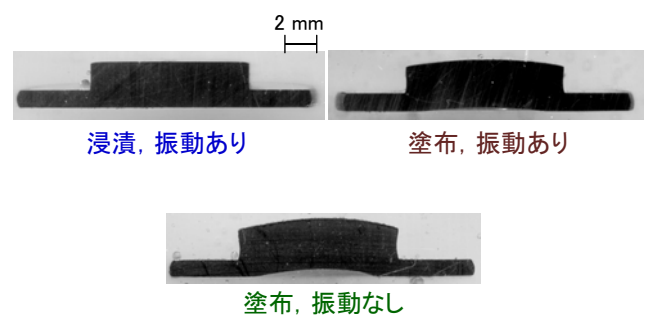
- 自己紹介
- モーション制御を応用した最近の塑性加工
- 板鍛造
- 荷重振動鍛造による荷重の低減とメカニズム
- ステンレス鋼部品の段差付け加工
- 荷重振動によるボンデフリー鍛造
- 振動モーションによる厚板切り口面性状向上

YNU YOKOHAMA National University

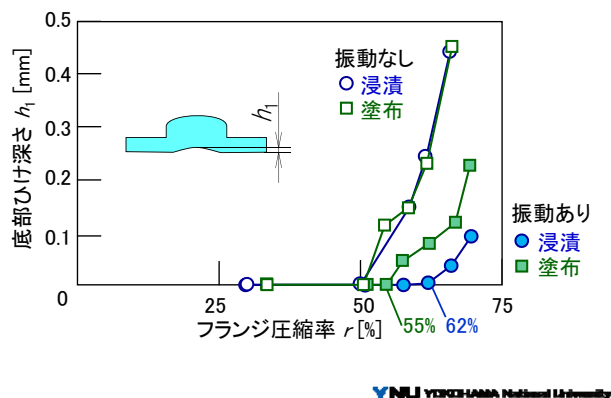
潤滑剤浸漬を用いたステンレス部品の段差付け加工



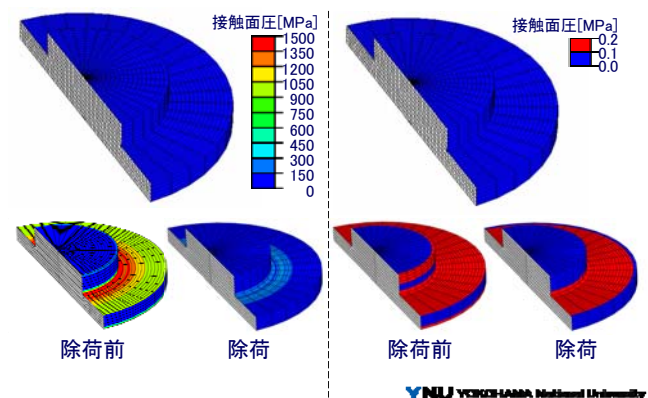
圧縮率 62%における段差付け加工後の断面



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



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



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

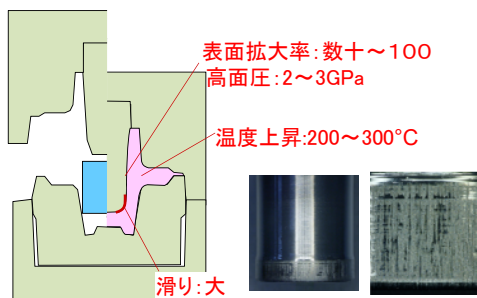
YNU YOKOHAMA National University

サーボプレスのフリーモーションを活用した塑性加工 - 荷重低減, 焼付き防止, せん断面品質向上 -

- 自己紹介
- モーション制御を応用した最近の塑性加工
- 板鍛造
- 荷重振動鍛造による荷重の低減とメカニズム
- 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鍛造
- 振動モーションによる厚板切り口面性状向上

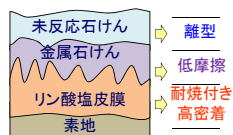
YNU YOKOHAMA National University

鍛造における厳しい摩擦条件

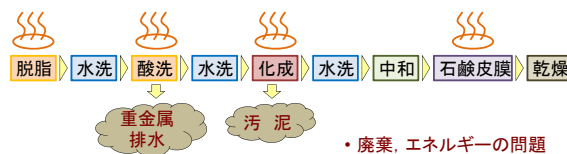


YNU YOKOHAMA National University

リン酸塩皮膜+石鹼処理(ボンデ処理)



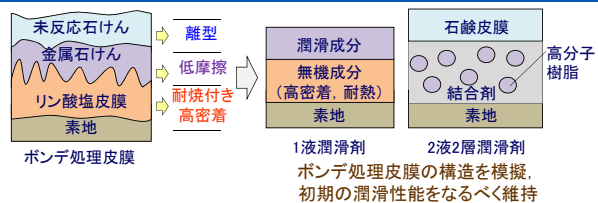
1935 ドイツで実用
非常に高い耐焼付き性能
多くの素材に適用が可能



- 廃棄, エネルギーの問題
- 30分程度の処理時間
- バッチ処理

YNU YOKOHAMA National University

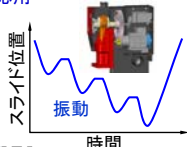
ボンデ処理に代わる潤滑



荷重振動による自動再潤滑を応用

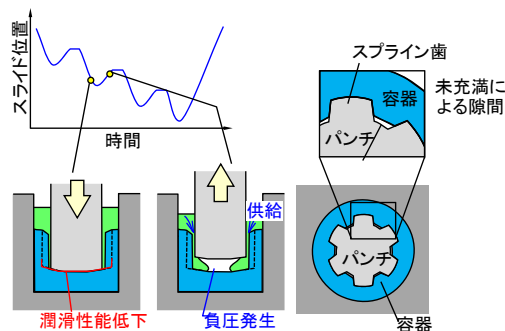
成形方法で向上

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



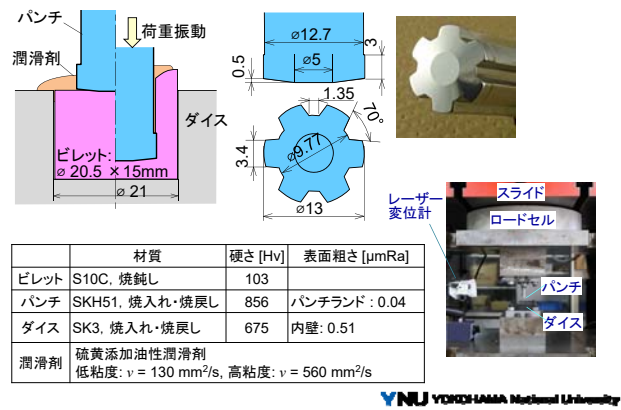
YNU YOKOHAMA National University

振動後方押しによる自動再潤滑方法

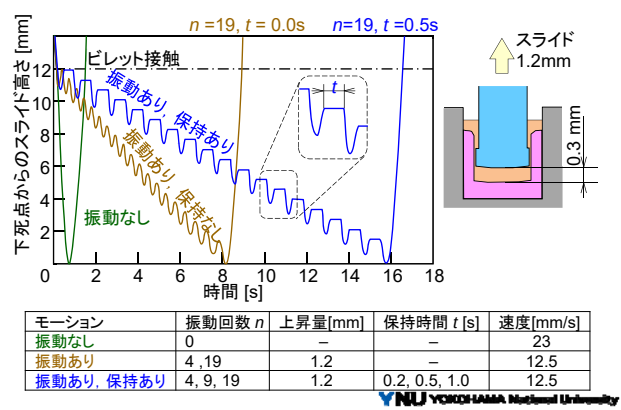


YNU YOKOHAMA National University

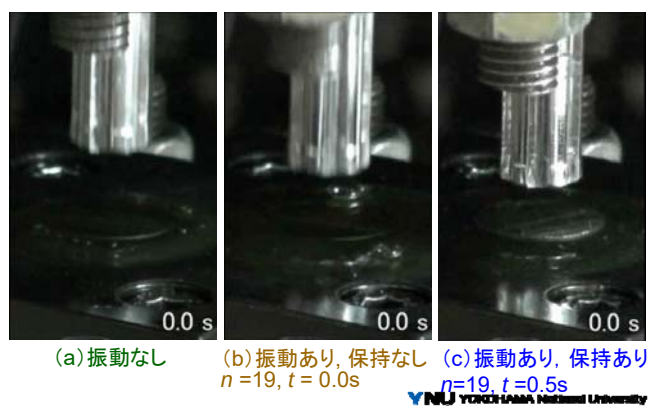
振動後方押しによるスプライン成形に用いた工具



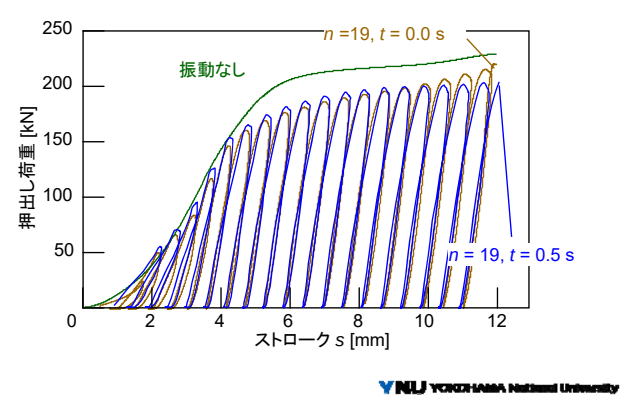
振動後方押しに用いたスライドモーション形式



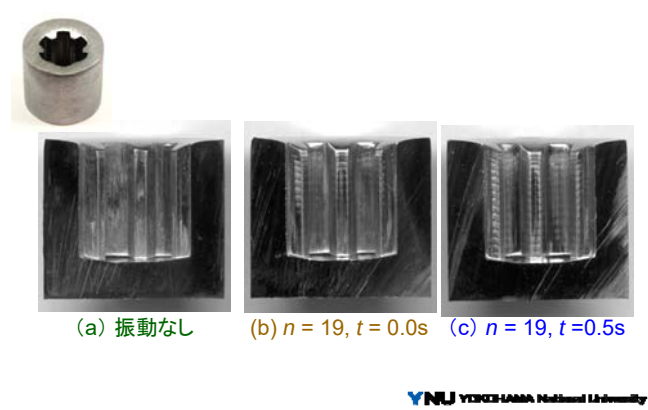
振動後方押しによるスプライン成形



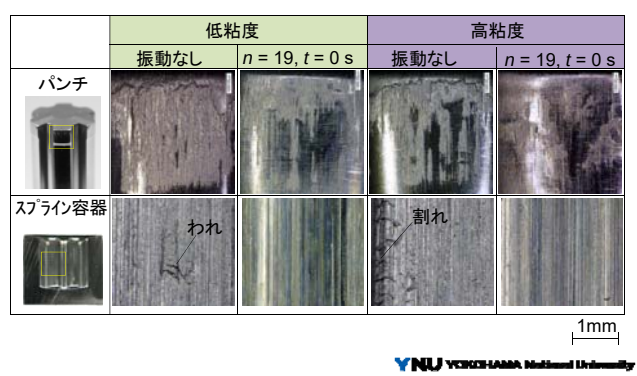
振動後方押しにおける押し荷重—ストローク曲線（低粘度）



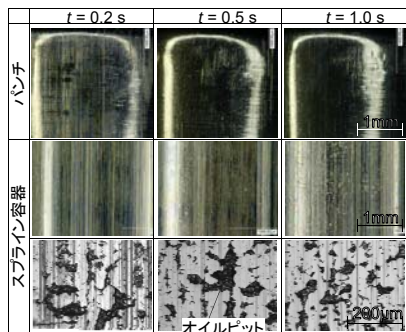
振動後方押しによって成形されたスプライン容器（低粘度）



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

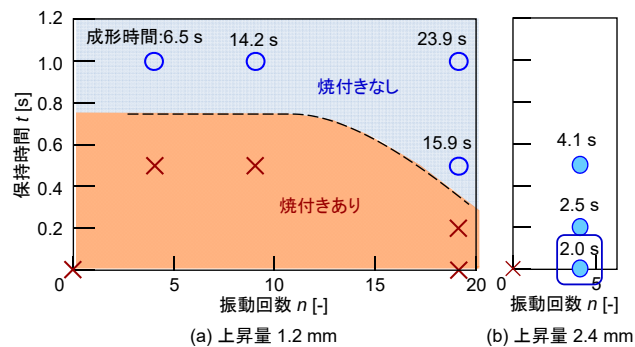


保持時間がパンチおよびスプライン容器表面に及ぼす影響
($n=19$, 低粘度)



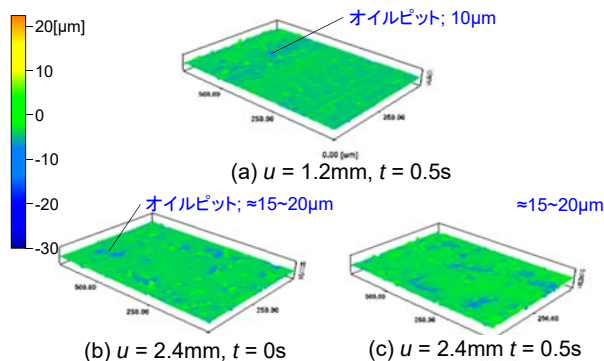
YNU YOKOHAMA National University

振動回数および保持時間が焼付きに及ぼす影響(低粘度)



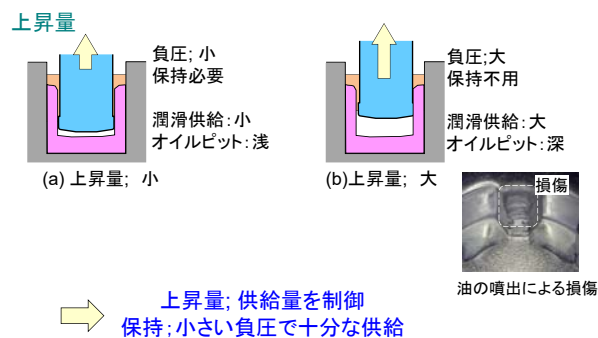
YNU YOKOHAMA National University

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($n=4$)



YNU YOKOHAMA National University

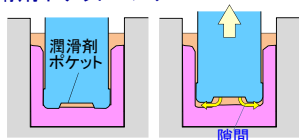
振動押しにおける上昇量とスライド保持



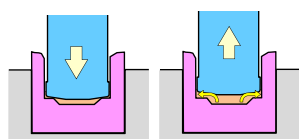
YNU YOKOHAMA National University

潤滑剤ポケットパンチ, ポケットビレットによる振動後方押し

潤滑剤ポケットパンチ

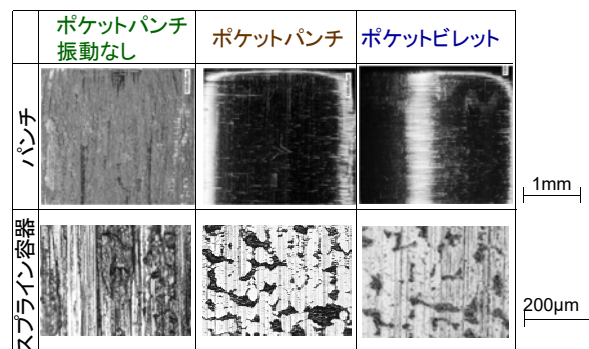


潤滑剤ポケットビレットパンチ



YNU YOKOHAMA National University

潤滑剤ポケットパンチを用いたスプライン成形後のパンチおよびスプライン容器 ($n=19$, $t=0\text{ s}$)



YNU YOKOHAMA National University

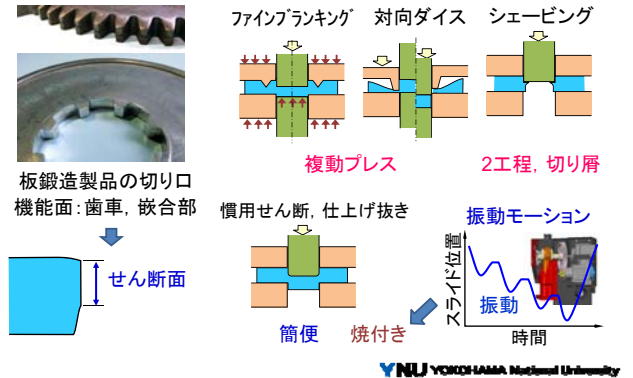
サーボプレスのフリーモーションを活用した塑性加工 - 荷重低減, 焼付き防止, せん断面品質向上 -

- 自己紹介
- モーション制御を応用した最近の塑性加工
- 板鍛造
- 荷重振動鍛造による荷重の低減とメカニズム
- 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鍛造
- 振動モーションによるステンレス厚鋼板の切り口面性状向上

YNU YOKOHAMA National University

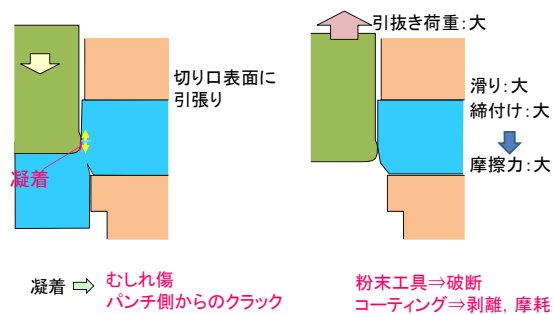
ステンレス厚鋼板の穴抜き加工における 振動モーションを用いたせん断面品質向上

前野智美(横浜国大), 菅原 稔(豊橋技科大), 森謙一郎(豊橋技科大)



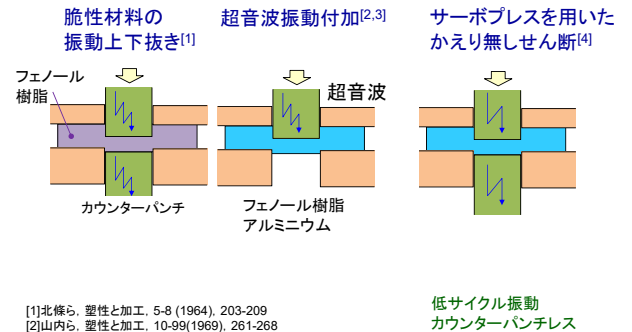
YNU YOKOHAMA National University

厚板の穴抜き, せん断における問題点



YNU YOKOHAMA National University

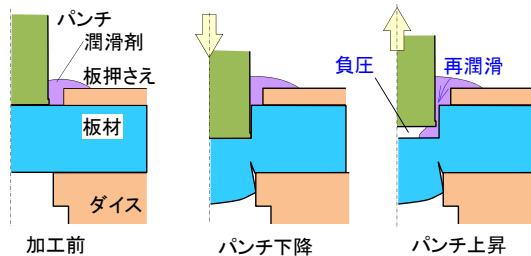
振動モーションを用いた穴抜き加工方法



[1]北條ら, 塑性と加工, 5-8 (1964), 203-209
[2]山内ら, 塑性と加工, 10-99(1969), 261-268
[3]松井ら, 塑性と加工, 19-214(1978), 934-941
[4]古閑ら, 塑性と加工, 48-558 (2007), 645-649

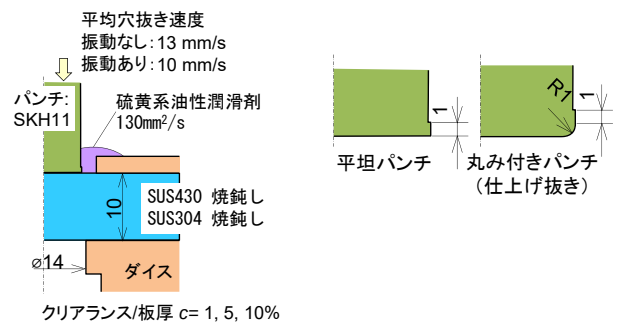
YNU YOKOHAMA National University

自動再潤滑機能を有する振動モーションを用いた穴抜き加工方法



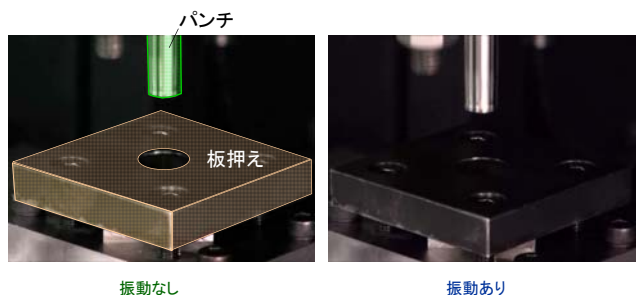
YNU YOKOHAMA National University

振動モーションを用いた穴抜き加工に用いた工具寸法および穴抜き条件



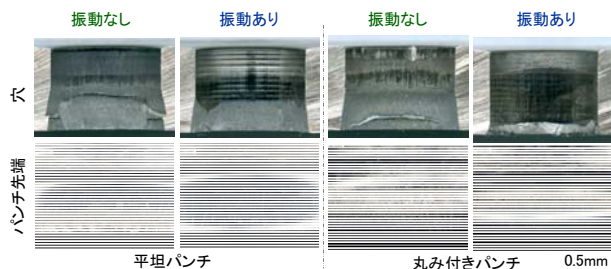
YNU YOKOHAMA National University

振動ありとなしにおけるSUS430鋼板の穴抜きの様子



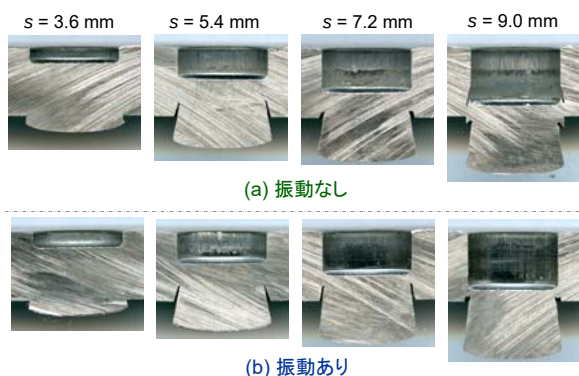
YNU YOKOHAMA National University

平坦および丸み付きパンチによる振動ありとなしで穴抜きされたSUS430材穴切り口面およびパンチ先端 (c = 5%)



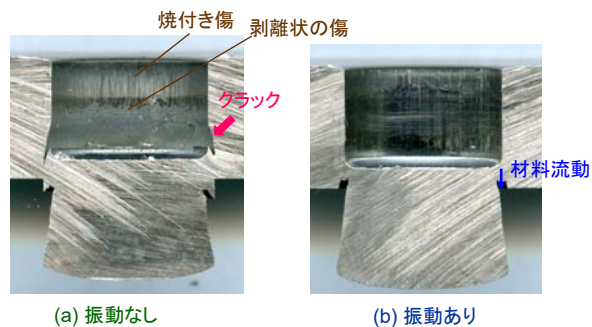
YNU YOKOHAMA National University

SUS430材の穴抜きにおける振動ありとなしの各ストロークにおける穴切り口面 (c = 5%)



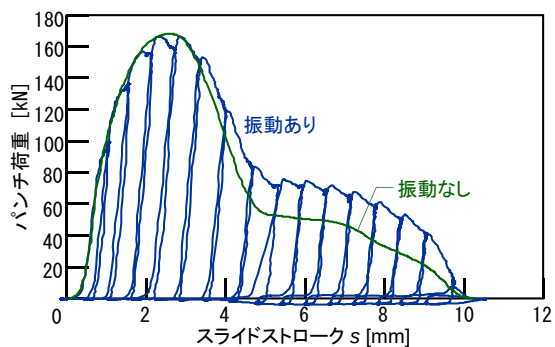
YNU YOKOHAMA National University

SUS430材の穴抜きにおける振動ありとなしにおける挙動の違い (c = 5%, s = 9.0 mm)



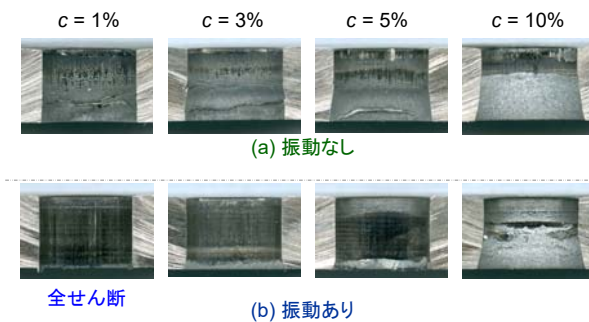
YNU YOKOHAMA National University

振動ありとなしにおけるSUS430材打抜き時の荷重—ストローク線図 (c = 5%)



YNU YOKOHAMA National University

振動ありなしによる各クリアランスにおける切り口面 (sus430, 丸み付きパンチ)



YNU YOKOHAMA National University

ま と め

振動鍛造では潤滑機構が変わります。



板鍛造，鍛造，せん断において良い結果

今後の課題：成形時間短縮，モーション設計手法の確立，
有限要素法への反映

関連文献リスト(論文)

1. 前野智美, 小坂田宏造, 森謙一郎, 荷重振動による板鍛造における摩擦低減, 塑性と加工, 50-585 (2009), 951-955.
2. T. Maeno, K. Osakada, K. Mori, Reduction of Friction in Compression of Plates by Load Pulsation, International Journal of Machine Tools & Manufacture, 51-7-8 (2011) 612-617.
3. T. Maeno, K. Mori, A. Hori, Application of load pulsation using servo press to plate forging of stainless steel parts, Journal of Materials Processing Technology, 214-7 (2014), 1379-1387.
4. 前野智美, サーボプレスを用いた摩擦を低減する荷重振動鍛造, プレス技術, 50-12 (2012), 81-92.
5. 前野智美, サーボプレスを用いた摩擦を低減する荷重振動鍛造, 型技術, 27-10 (2012), 23-27.
6. 前野智美, 荷重振動鍛造による成形荷重低減とボンデフリー化, プレス技術, 52-7 (2014), 24-27.

関連文献リスト(学会)

1. すえ込み加工における途中除荷による摩擦の低減, 第59回 塑加連, 341.
2. 荷重振動による軸付きフランジ部品のフランジ成形における摩擦の低減, 第60回 塑加連, 97.
3. 板鍛造における荷重振動を用いたステンレス鋼部品の段差付け加工 平23 塑加春, 1.
4. 板鍛造における潤滑浸漬荷重振動による摩擦低減, 平24塑加春,123.
5. ステンレス鋼平歯車の荷重振動板鍛造, 平25塑加春, 81.
6. サーボプレスを用いた振動後方押しによる内スプライン成形における焼付きの抑制 平26塑加春, 259.
7. 内スプラインの振動後方押しにおける振動モーションの最適化および潤滑ポケットビレットによる成形時間の短縮, 第65回 塑加連, 281.
8. サーボプレスを用いた振動後方押しによる内スプライン成形品の表面性状の向上, 平27 塑加春,13.
9. ステンレス厚鋼板の穴抜き加工における振動モーションを用いたせん断面品質向上, 平28 塑性加工春期講演会