

冷間プレス成形におけるサーボプレスの利用

豊橋技術科学大学 安部洋平
自動車の軽量化

ハイテン化

アルミ化



骨格部材の45%が超・高張力鋼板



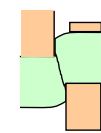
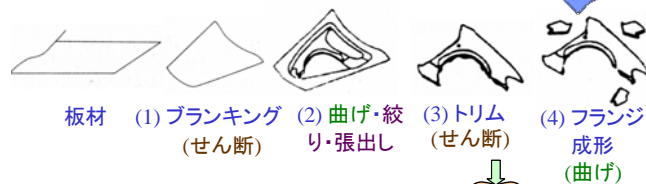
アルミ自動車

超・高張力鋼板の比強度

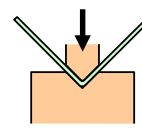
板材	引張強さ MPa	比重	比強度 MPa
高張力鋼板	590	7.8	76
超高張力鋼板	980	7.8	125
アルミニウム合金板 A5052	260	2.7	96
軟鋼板	270	7.8	35

鋼板: 安価, 成形のノウハウ蓄積

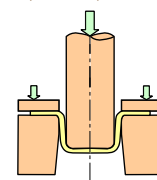
自動車部品のプレス成形工程



せん断加工



曲げ加工



深絞り・張出し加工

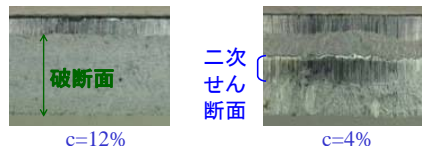
超・高張力鋼板: 高強度, 低延性 → 切口面性状不良, 割れ, 焼付き

1. サーボプレスモーションを利用した超高張力鋼板のカウンターブランキングによるかえりなしせん断加工
2. V 曲げ加工におけるサーボプレスの下死点制御を利用した決押しによる超高張力鋼板のスプリングバックの低減
3. 超高張力鋼板のフランジ曲げにおける割れの防止
4. 高張力鋼板の増肉プレス成形による最適な肉厚分布
5. 超高張力鋼板のしごき絞り加工における皮膜処理ダイスによる焼付き防止
6. サーメットダイスによるステンレス鋼板の焼付き防止

せん断加工された超高張力鋼板の切口面 (1.4mm厚さ)



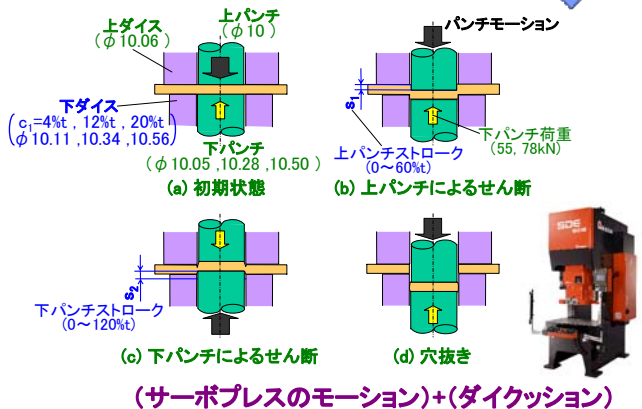
せん断クリアランス比 $c=12\%$
(a) 390MPa材



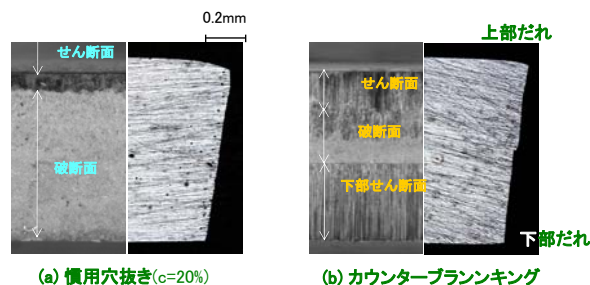
(b) 980MPa材

目的: サーボプレスのモーションとダイクッションを組み合わせるとせん断面を増やすせん断加工

カウンターブランキング条件



慣用穴抜きとカウンターブランキング後のせん断切口面 (JSC980Y, $c_1=12\%$, $s_1=30\%$, $s_2=90\%$)



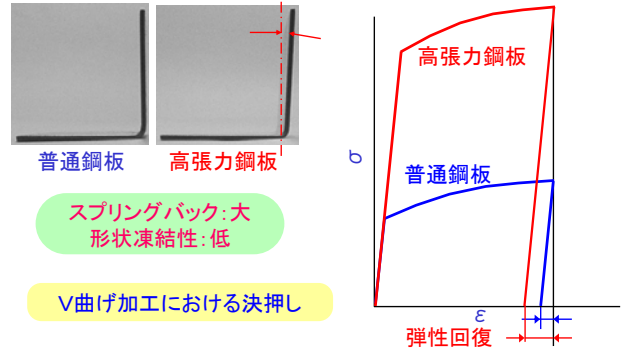
(a) 慣用穴抜き ($c=20\%$)

(b) カウンターブランキング

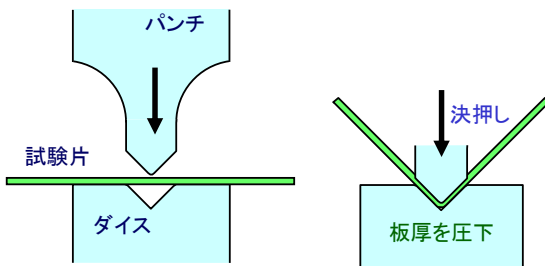


1. サーボプレスモーションを利用した超高張力鋼板のカウンターブランキングによるかえりなしせん断加工
2. V曲げ加工におけるサーボプレスの下死点制御を利用した決押しによる超高張力鋼板のスプリングバックの低減
3. 超高張力鋼板のフランジ曲げにおける割れの防止
4. 高張力鋼板の増肉プレス成形による最適な肉厚分布
5. 超高張力鋼板のしごき絞り加工における皮膜処理ダイスによる焼付き防止
6. サーメットダイスによるステンレス鋼板の焼付き防止

高張力鋼板の曲げ加工におけるスプリングバック

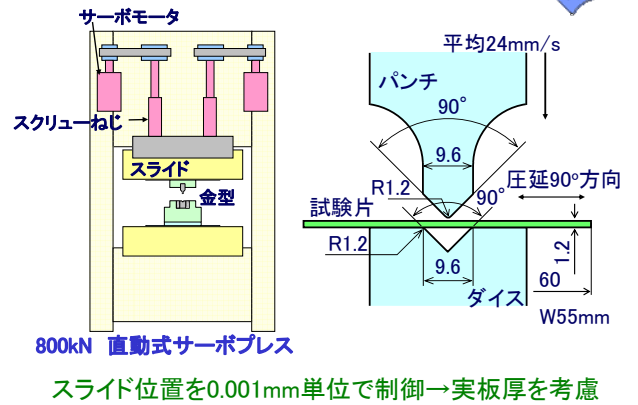


V曲げ加工における決押し

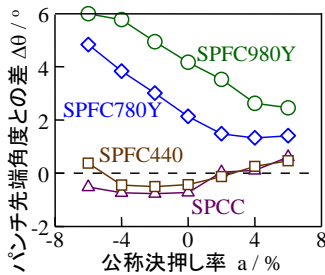


目的:サーボプレスを用いた下死点制御による決押しを行い、曲げ部の応力均一化してスプリングバックを低減

サーボプレスの特徴とV曲げ加工の金型形状



パンチ先端角度との差におよぼす決押し率の影響

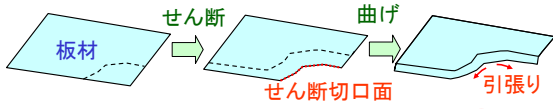


SPFC780Y, SPFC980Y→パンチ角度からの差大
決押し→曲げ部の応力均一化→パンチ角度からの差小

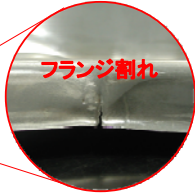
1. サーボプレスモーションを利用した超高張力鋼板のカウンターブランキングによるかえりなしせん断加工
2. V曲げ加工におけるサーボプレスの下死点制御を利用した決押しによる超高張力鋼板のスプリングバックの低減
3. 超高張力鋼板のフランジ曲げにおける割れの防止
4. 高張力鋼板の増肉プレス成形による最適な肉厚分布
5. 超高張力鋼板のしごき絞り加工における皮膜処理ダイスによる焼付き防止
6. サーメットダイスによるステンレス鋼板の焼付き防止



プレス成形におけるフランジ割れ

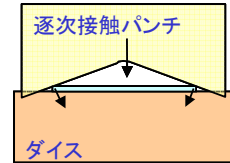
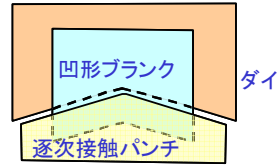


780MPa級 プレス成形部品

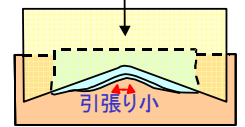


フランジ割れ
板材端部で発生する
引張応力による割れ

逐次接触パンチによる角部引張りの軽減

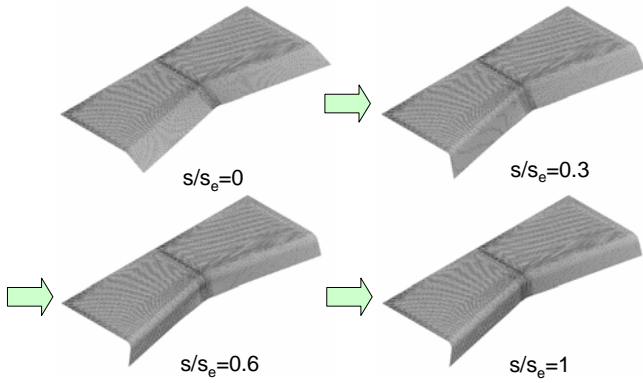


成形前

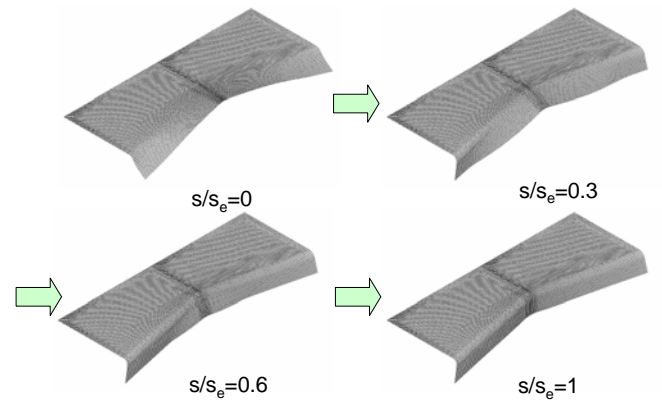


成形中

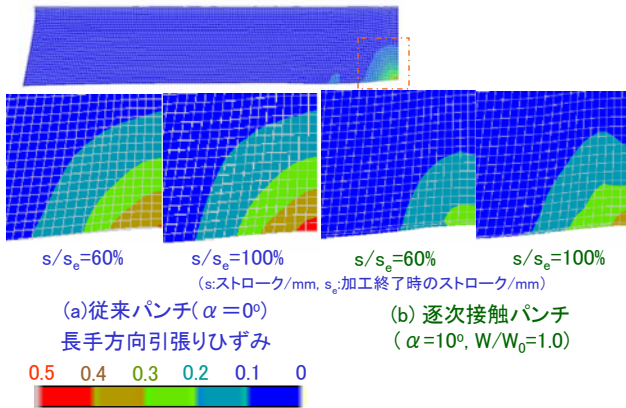
従来パンチによる伸びフランジ成形の変形挙動
($\alpha=0^\circ$, $L=17\text{mm}$)



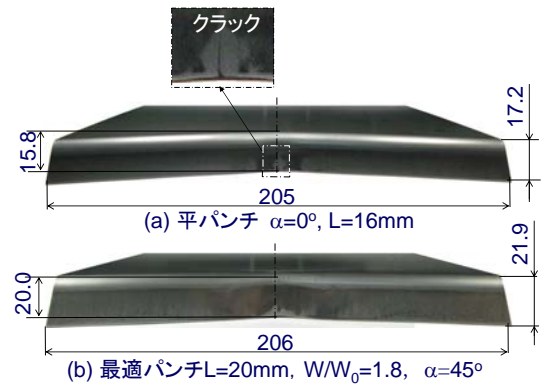
逐次接触パンチによる伸びフランジ成形の変形挙動
($\alpha=10^\circ$, $W/W_0=1.0$, $L=17\text{mm}$)



計算による長手方向引張りひずみの変化
($L=17\text{mm}$, $W/W_0=1.0$)



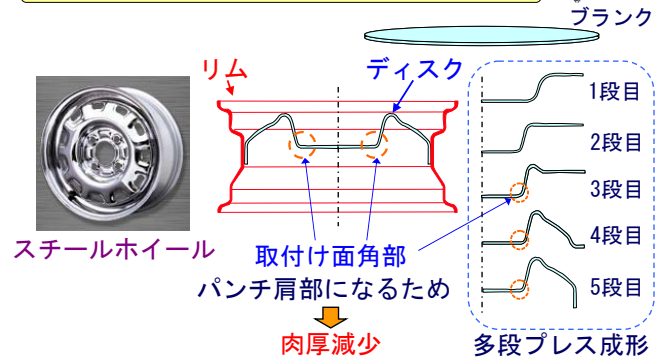
980MPa級鋼板の逐次接触パンチによる割れの防止



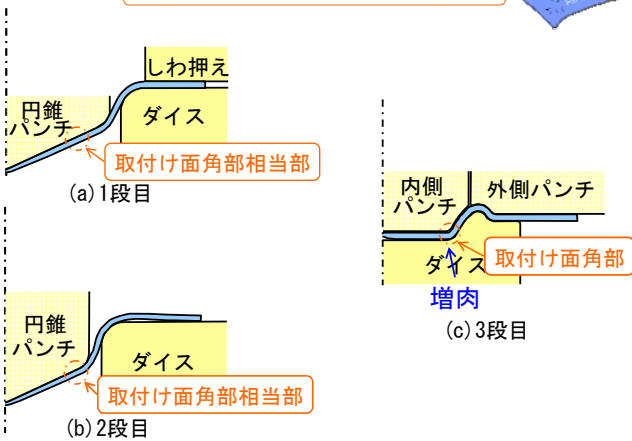


1. サーボプレスモーションを利用した超高張力鋼板のカウンターブランキングによるかえりなしせん断加工
2. V曲げ加工におけるサーボプレスの下死点制御を利用した決押しによる超高張力鋼板のスプリングバックの低減
3. 超高張力鋼板のフランジ曲げにおける割れの防止
4. 高張力鋼板の増肉プレス成形による最適な肉厚分布
5. 超高張力鋼板のしごき絞り加工における皮膜処理ダイスによる焼付き防止
6. サーマットダイスによるステンレス鋼板の焼付き防止

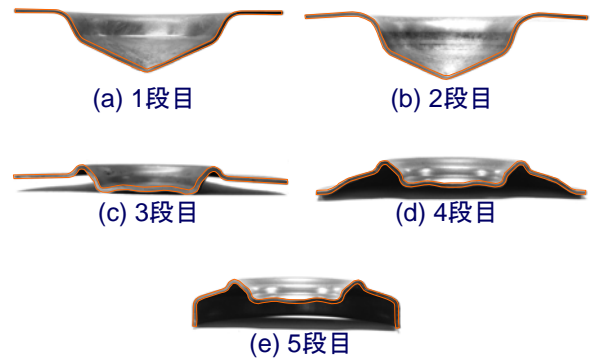
増肉プレス成形による最適な肉厚分布の製品



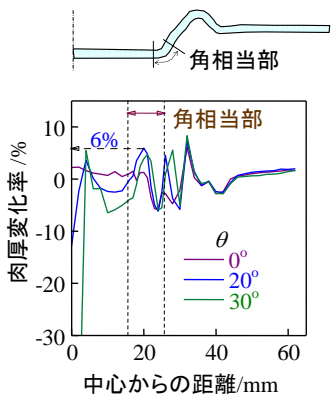
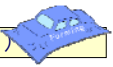
円錐パンチによる増肉成形法



成形後の断面形状 ($\theta = 25^\circ$, 590MPa, $t = 1.4\text{mm}$, $V_r = 0.44$)



3段階目成形後の肉厚分布 ($\theta = 0^\circ, 20^\circ, 30^\circ$, $V_r = 0.41$)



1. サーボプレスモーションを利用した超高張力鋼板のカウンターブランキングによるかえりなしせん断加工
2. V曲げ加工におけるサーボプレスの下死点制御を利用した決押しによる超高張力鋼板のスプリングバックの低減
3. 超高張力鋼板のフランジ曲げにおける割れの防止
4. 高張力鋼板の増肉プレス成形による最適な肉厚分布
5. 超高張力鋼板のしごき絞り加工における皮膜処理ダイスによる焼付き防止
6. サーマットダイスによるステンレス鋼板の焼付き防止

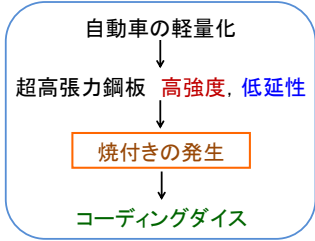


超高張力鋼板のしごき絞り加工における
皮膜処理ダイスによる焼付き防止

超高張力鋼プレス成形車体部品

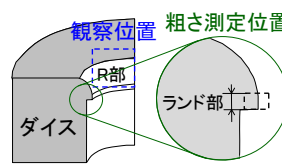


焼付き



目的: 耐焼付き性の向上

使用したコーティングダイス

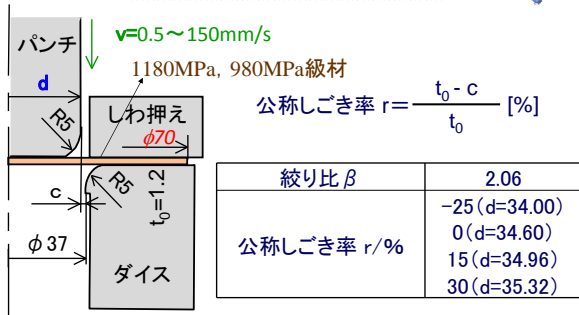


コーティング	平均高さ / μmRa	最大高さ / μmRz
なし	0.03	0.19
TiN(CVD)	0.03	0.43
TiN(PVD)	0.06	0.84
VC	0.02	0.12



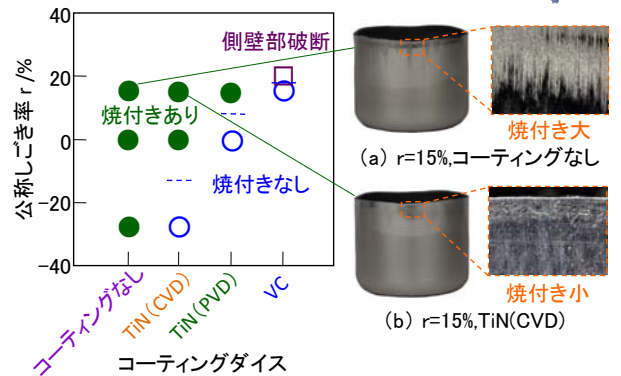
コーティングなし TiN(CVD) TiN(PVD) VC

円筒絞りしごき加工条件

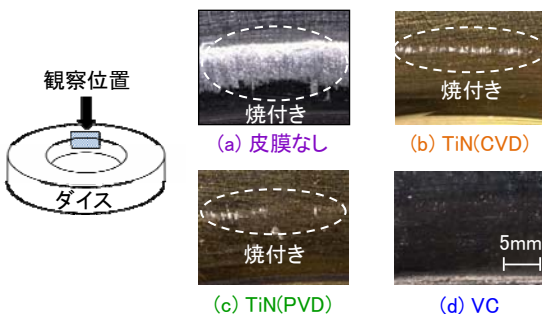


鋼板用防錆剤

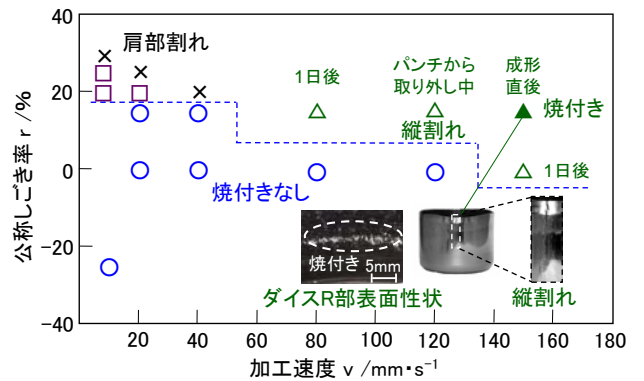
しごき絞り加工の耐焼付き性に及ぼすコーティング
ダイスの影響 (1180MPa材, $v=8.3\text{mm/s}$)



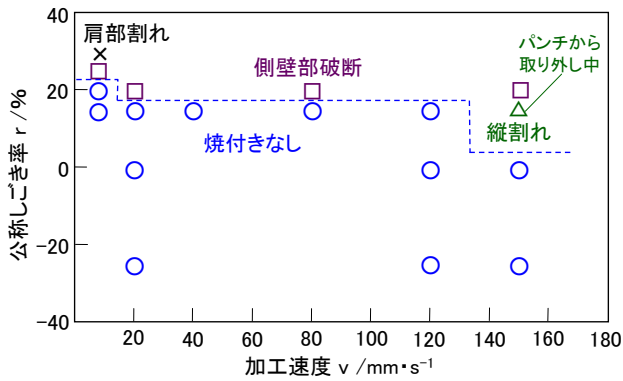
$v=8.3\text{mm/s}$, $r=15\%$ における絞りしごき
加工後のダイスR部表面性状 (1180MPa材)



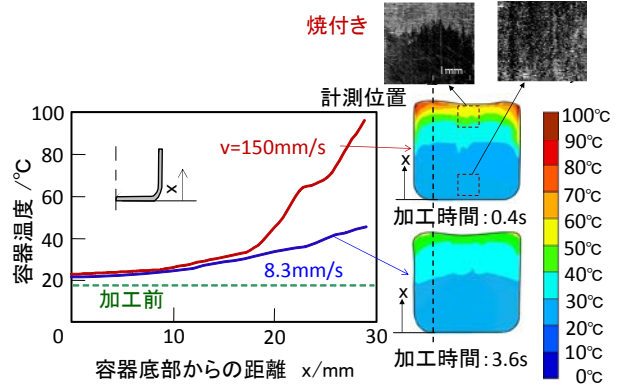
VCダイスにおける耐焼付き性に
及ぼす加工速度の影響 (1180MPa材)



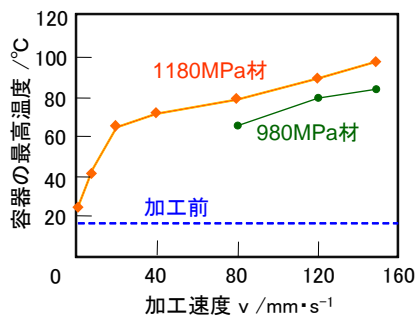
VCダイスにおける耐焼付き性に
及ぼす加工速度の影響(980MPa材)



絞り直後から0.1秒後の絞りしごき加工容器温度と
底部からの距離(1180MPa材, VC皮膜, r=15%)

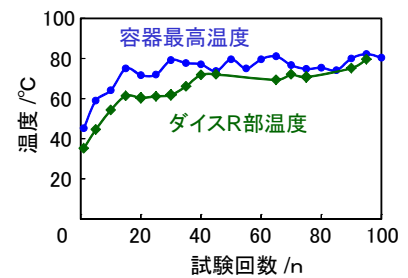


r=15%, VC皮膜における0.1秒後のしごき絞り加工された
容器の最高温度に及ぼす加工速度の影響



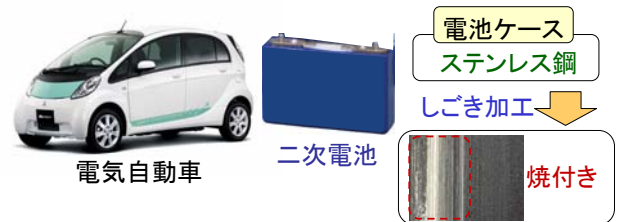
→サーボプレスにより加工時速度の低下

r=15%, v=120mm/s, VC皮膜における0.1秒後の容器の最高
温度とダイスR部温度に及ぼす試験回数の影響(980MPa材)



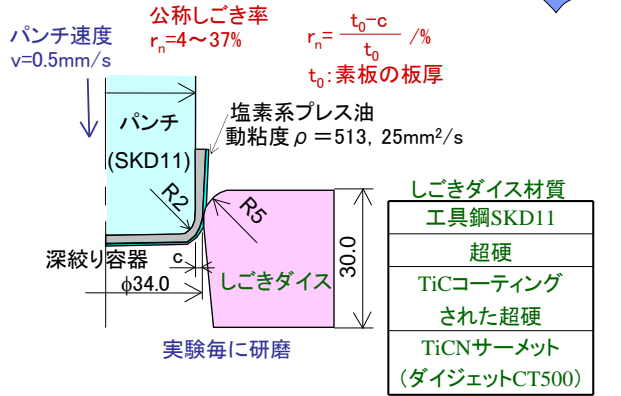
1. サーボプレスモーションを利用した超高張力鋼板のカウンターブランキングによるかえりなしせん断加工
2. V 曲げ加工におけるサーボプレスの下死点制御を利用した決押しによる超高張力鋼板のスプリングバックの低減
3. 超高張力鋼板のフランジ曲げにおける割れの防止
4. 高張力鋼板の増肉プレス成形による最適な肉厚分布
5. 超高張力鋼板のしごき絞り加工における皮膜処理ダイスによる焼付き防止
6. サーメットダイスによるステンレス鋼板の焼付き防止

サーメットダイスによるステンレス鋼板の焼付き防止

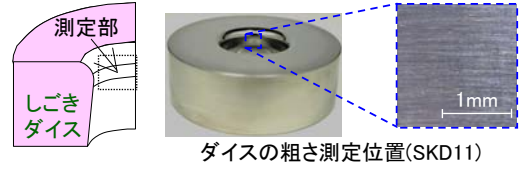


目的: サーメット, 超鋼ダイス, 工具鋼を用いてステンレス鋼容器の耐焼付き性および容器寸法の調査

ステンレス鋼容器のしごき加工条件



各ダイス材質の軸方向表面粗さ



ダイス材質	平均高さ / μmRa	最大高さ / μmRz
SKD11	0.04	0.40
超硬	0.02	0.21
TiCコーティングされた超硬	0.02	0.14
サーメット	0.03	0.42

公称しごき率 $r_n = 26\%$ におけるしごき加工後の容器写真

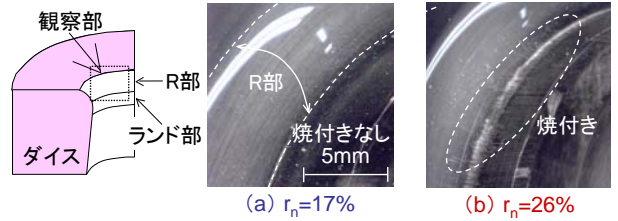


(a) 加工前 (b) SKD11 (c) サーメット (d) TiCコーティングされた超硬

各ダイスの縦弾性係数

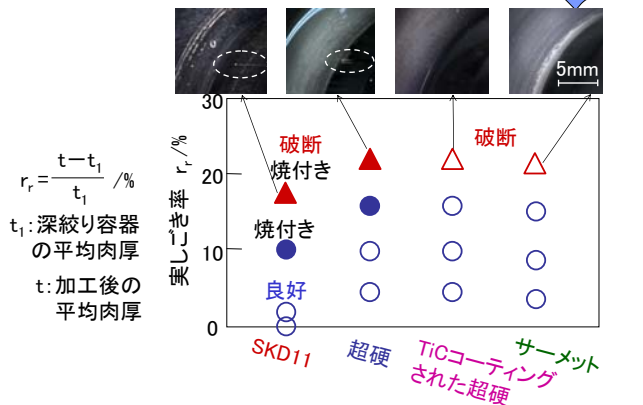
材料	SKD11	サーメット	超硬
縦弾性係数/GPa	206	420	610

しごき加工後のダイスの焼付き(超硬)



(a) $r_n=17\%$ (b) $r_n=26\%$

各種ダイスの限界しごき率 ($\rho = 513\text{mm}^2/\text{s}$)



各種ダイスの限界しごき率 ($\rho = 25\text{mm}^2/\text{s}$)

