

サーボプレスの利用技術と
軽量部品の成形



サーボプレス

機械式サーボプレス
ACサーボモーター:早い

油圧式サーボプレス
油圧ポンプ:遅い

直接駆動タイプ

コマツ, 非常に高価(5倍)
最大荷重がどのストローク

高精度加工と金型寿命の向上

フルフローストローク(ロック解除)による低速度リニア動作(下死点位置)による高速度。遅速切り替えも高速度です。

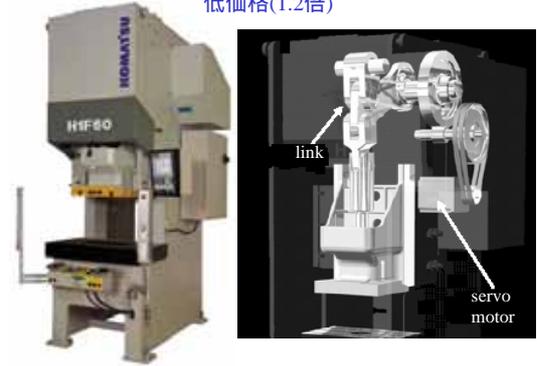
下死点位置 HOP

左右ポイント独立制御
各ポイント位置は独立制御にできます。0.1mm以内高精度。変位精度が優れます。(特許出願中)

メカニカルリンク・トルタイプ

コマツ

汎用モーター:下死点付近だけ高荷重
低価格(1.2倍)



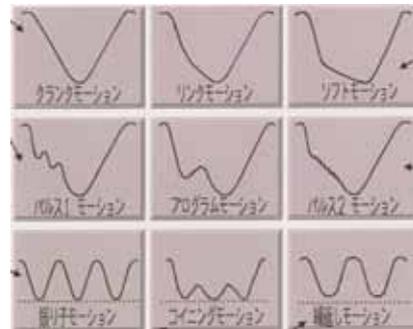
クランク式

アマダ, アイダ

高トルクモーター, 比較的low価格(1.5倍)
振動モーション



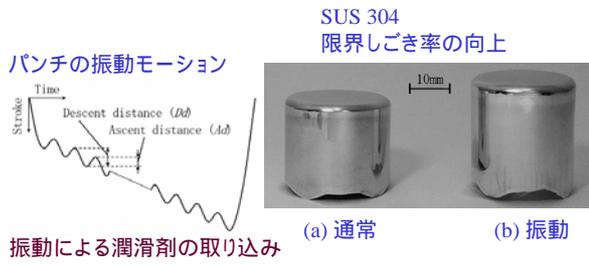
クランク式サーボプレスのモーション



Amada SDE



振動しごき加工：摩擦の低下



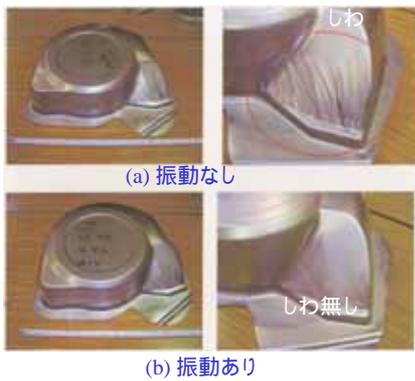
日本工大 古閑

振動プレス成形：摩擦の低減



JFE

振動プレス成形：しわの消去



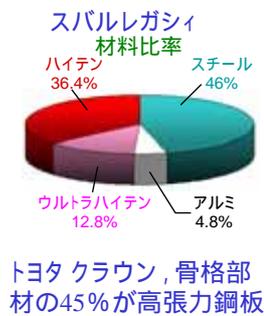
— 軽量部品の成形 —

100kg軽量: 1km//燃費向上

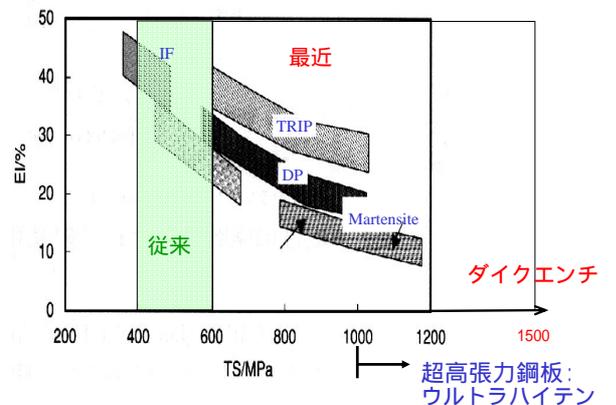
- 軽量材料の成形
- 超高張力鋼板(7.8)
 - アルミニウム(2.7), マグネ(1.8), チタン(4.5)
 - 接合
- 軽量化部品の成形
- 中空部品
 - 一体化成形
 - テーラードブランク



自動車車体への高張力鋼板の適用



高張力鋼板の強度

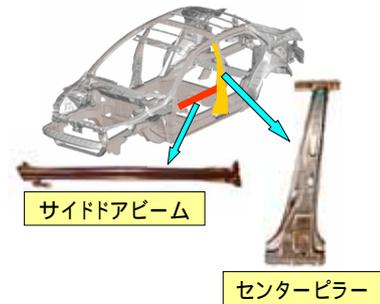


自動車用板材の比較

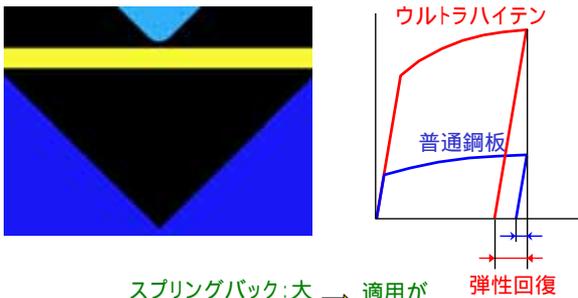
板材	引張強さ	比重	比強度	コスト(1kg当り)	生産量
ウルトラハイテン	980 ~ 1470MPa	7.8	126 ~ 188MPa	100円程度	鉄: 12億 ton
従来ハイテン	490 ~ 790MPa	7.8	63 ~ 101MPa		
軟鋼板 SPCC	340MPa	7.8	44MPa		
アルミ合金板 A6061(T6処理)	310MPa	2.7	115MPa	500円 ~ 600円	アルミ: 3400万 ton
マグネシウム合金板 AZ31	270MPa	1.8	137MPa	3000円程度	マグネ: 60万 ton

ウルトラハイテンの自動車部材への適用

ウルトラハイテン: 1GPa以上



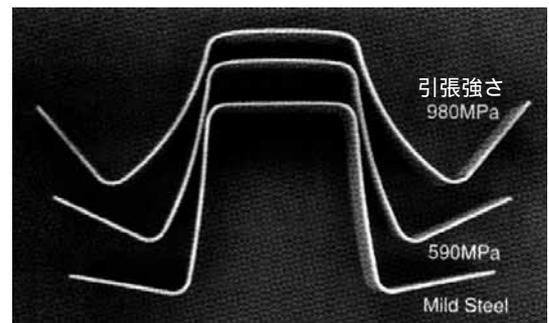
ウルトラハイテンのスプリングバック



スプリングバック: 大
形状凍結性: 低 → 適用が
限定

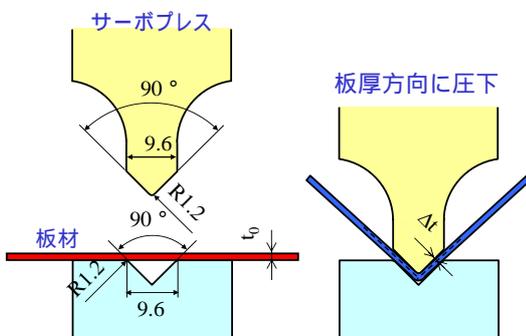
弾性回復

高張力鋼板のハット曲げにおけるスプリングバック

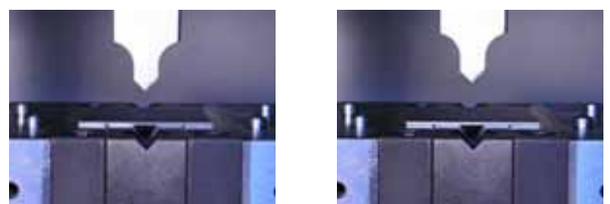


岩谷: プレス技術, 42-8(2004), 43

曲げ加工: 決押しによるスプリングバックの低減



V曲げの変形挙動

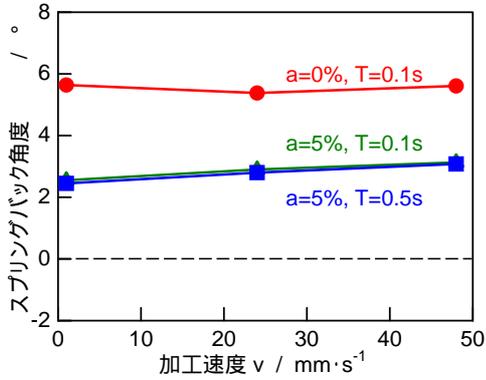


(a) SPCC

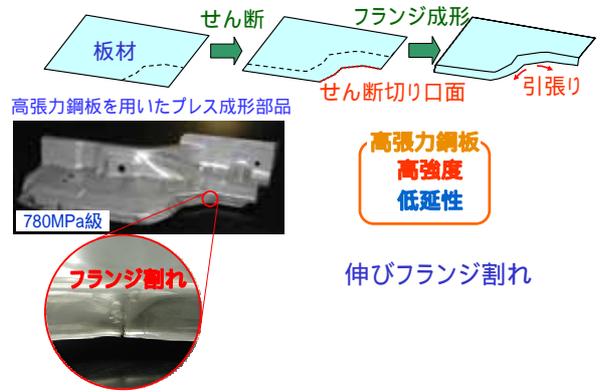
(b) SPFC980

設定加工速度: 25mm・s⁻¹

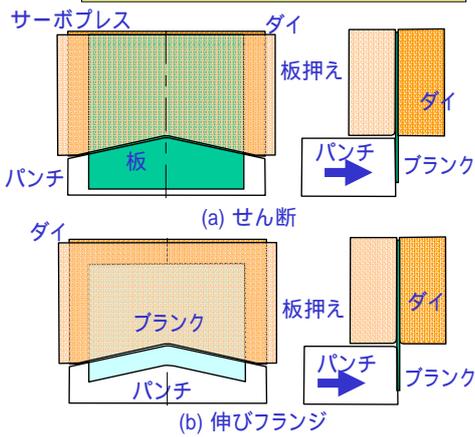
V曲げにおけるスプリングバック角度と加工速度の関係 (SPFC980Y)



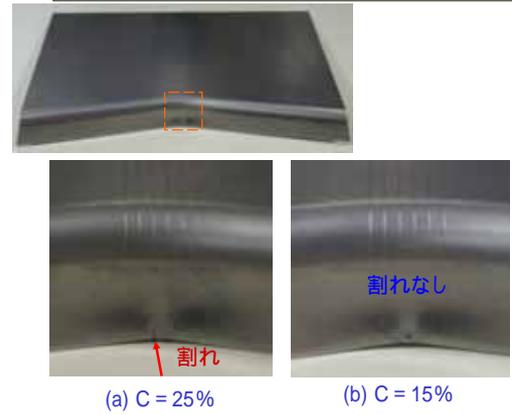
高張力鋼板の伸びフランジ成形における割れ



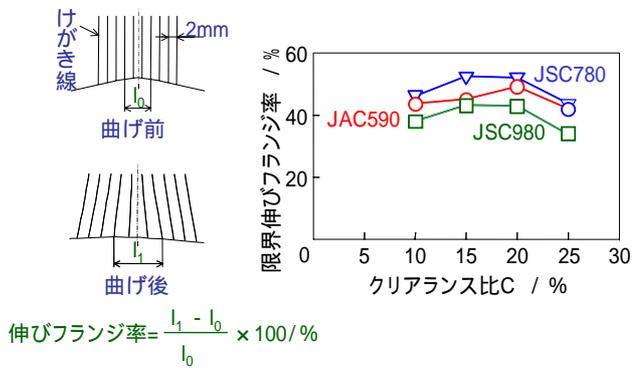
せん断と伸びフランジ成形



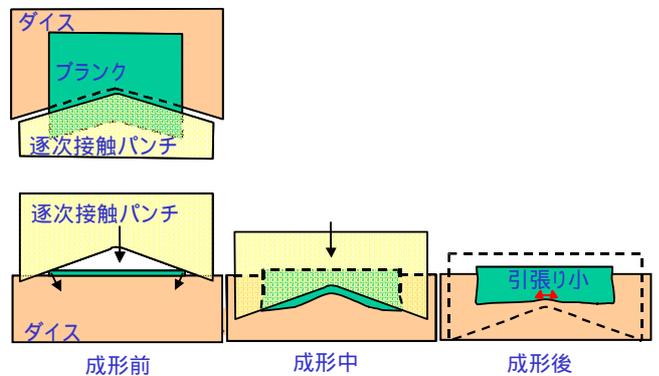
フランジ割れにおよぼすせん断クリアランスの影響 (JSC780, L=17mm)



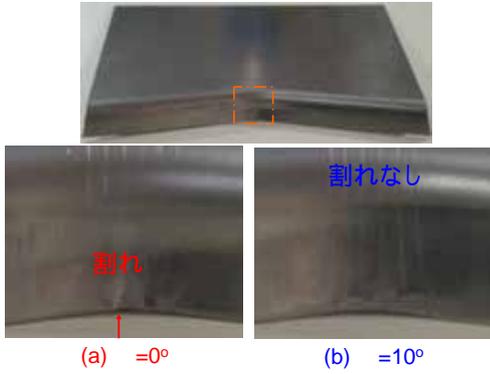
限界伸びフランジ率とクリアランス比の関係



逐次接触パンチによる角部引張りの軽減

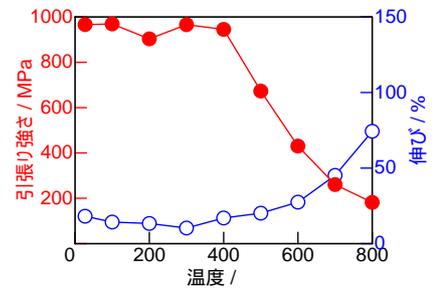


逐次接触パンチによる割れの防止 (JSC780)



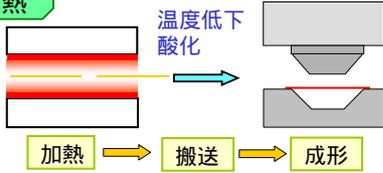
温・熱間プレス成形

超高張力鋼板の高温引張り特性



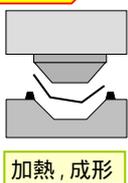
通電型内加熱を用いた温・熱間プレス成形

炉加熱



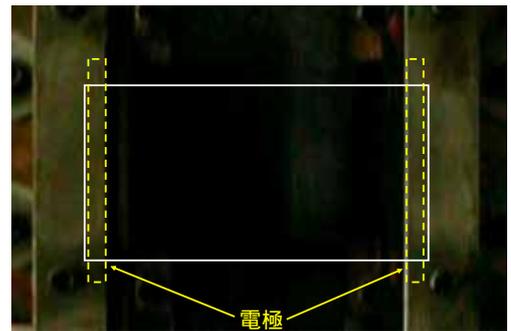
温度低下
酸化

通電加熱

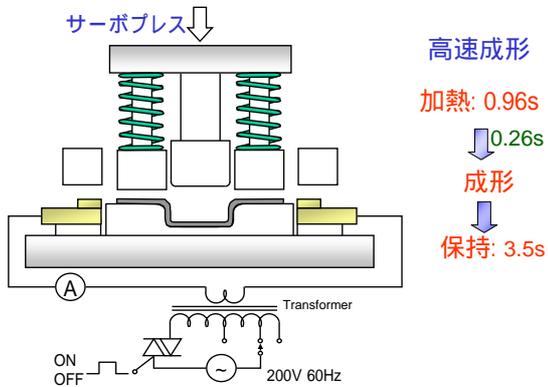


- 利点
- 小さい温度低下
 - プレス作業との同期
 - 少ない酸化スケール
 - 高い加熱効率

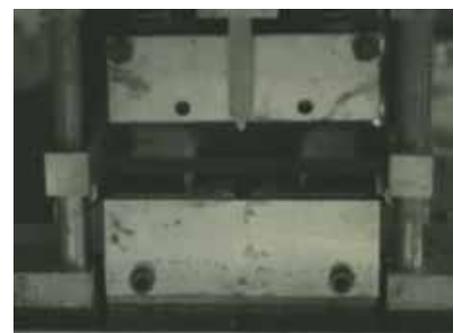
通電加熱の映像 (SPFC980)



熱間プレス成形：通電加熱との結合



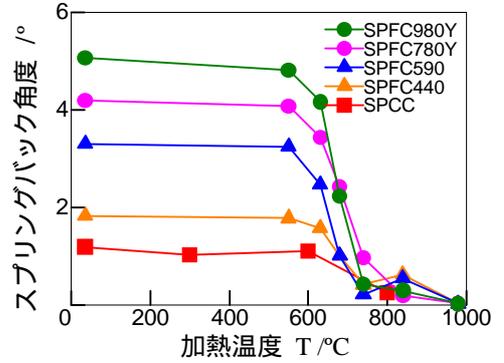
980°Cにおける通電加熱ハット曲げ成形



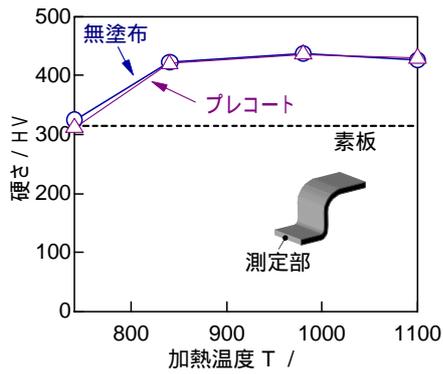
ハット曲げの成形体 (SPFC980Y)



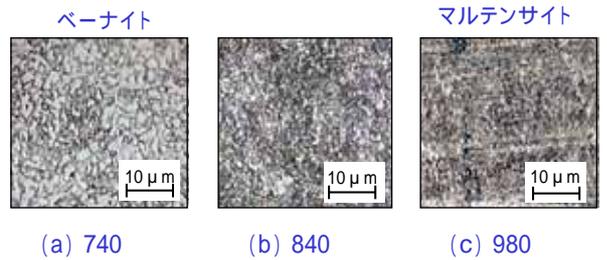
ハット曲げ加工における スプリングバックと加熱温度の関係



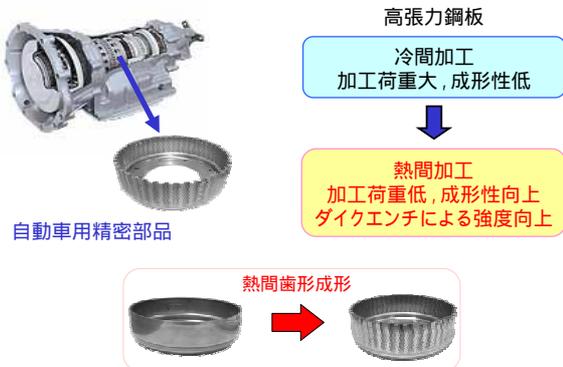
ハット曲げ成形体の硬さの変化



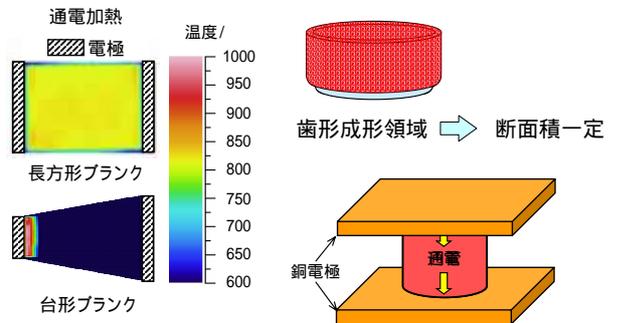
ハット曲げ成形体底面板厚中央部の組織写真



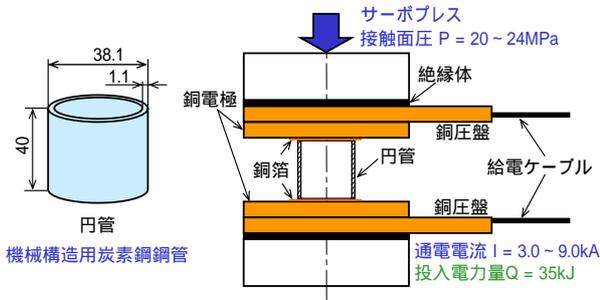
通電急速加熱を用いた管材の熱間歯形成形



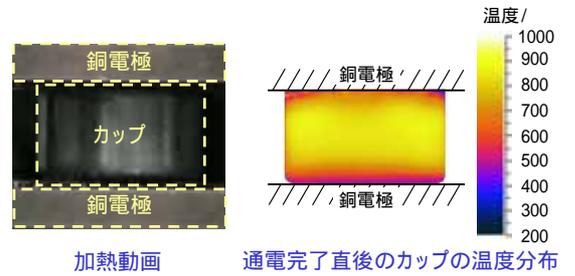
円管端部からの給電による通電加熱



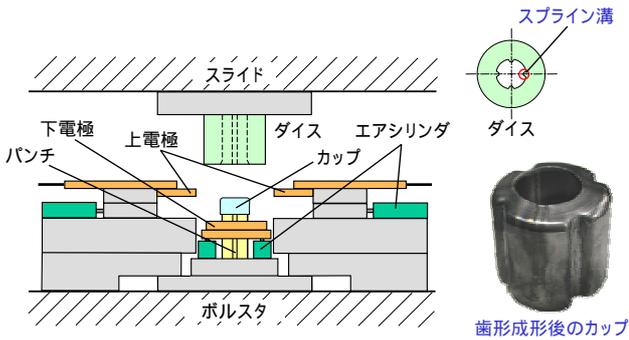
円管の通電加熱実験条件



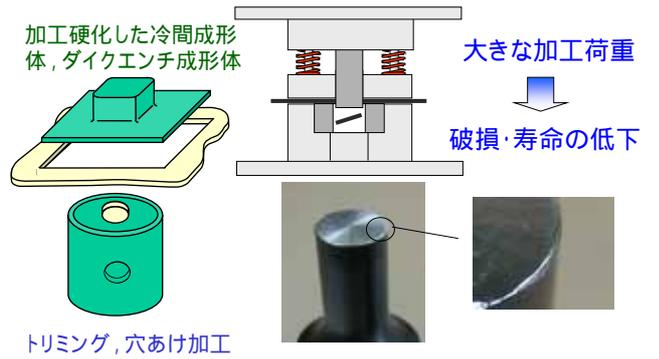
放射状線電極を用いたカップの通電加熱状態 ($I=7.0\text{kA}$)



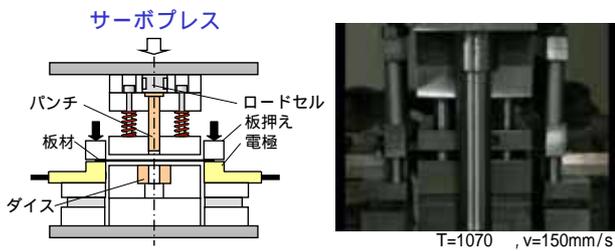
カップの熱間歯形成形



超高張力鋼板のせん断加工



全体加熱せん断加工における切口面性状

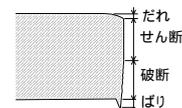
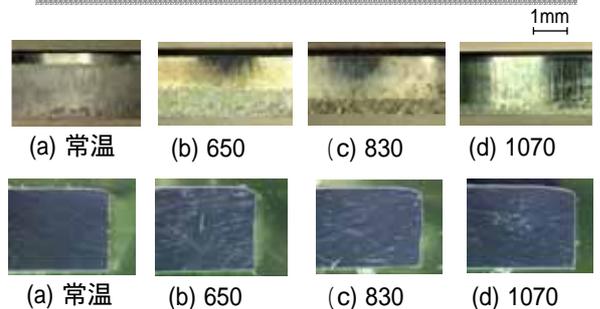


・板材
超高張力鋼板: SPFC980
長さ130mm, 幅50mm, 板厚2.0mm
・穴抜きパンチ
直径: 10.0mm
材質: SKH51 (TiCNコーティング)

実験条件

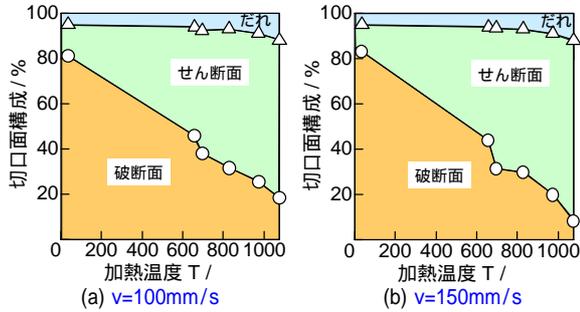
加熱温度 $T /$	650 ~ 1070
クリアランス $c / \%$	5, 10, 15
穴抜き速度 $v / \text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$	100, 150

$c=5\%$, $v=150\text{mm/s}$ における各温度での切口面



加熱温度 高 \Rightarrow せん断面 増

c=5%における切口面構成の変化



— 軽量部品の成形 —

100kg軽量: 1km/燃費向上

軽量材料の成形

- 超高張力鋼板
- アルミニウム, マグネ, チタン
- 接合

軽量化部品の成形

- 中空部品
- 一体化成形
- テーラードブランク

マグネシウム合金板の冷間深絞り加工

	マグネシウム合金	アルミニウム合金	鋼
比強度 MPa	139	107	70



ダイカスト, チクソフォーミング (90%以上)

↓ 生産性向上

プレス成形

温間 200 ~ 300 装置複雑
冷間 常温 成形性低



冷間での成形性向上

マグネシウム合金の
温間プレス成形品

マグネシウム合金板の冷間深絞り加工
における割れ



(a) 焼なましなし
($r=1.32$)

(b) 焼なましあり
($r=1.32$)

冷間深絞り加工されたマグネシウム合金容器



(a) 割れ無
($R_p=2\text{mm}$, $r=1.70$)



(b) 割れ有
($R_p=2\text{mm}$, $r=1.75$)

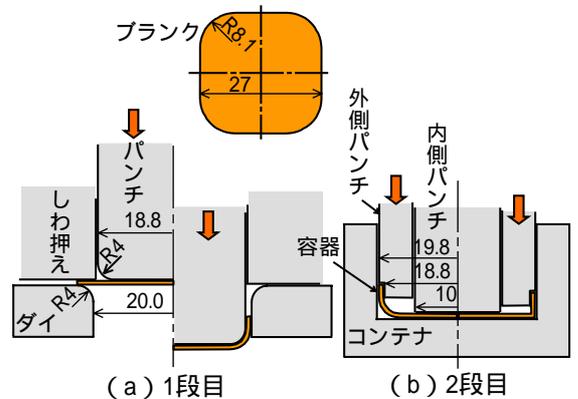


(c) 割れ無
($R_p=5\text{mm}$, $r=1.70$)



(d) 割れ有
($R_p=5\text{mm}$, $r=1.75$)

角筒容器の冷間2段成形



(a) 1段目

(b) 2段目

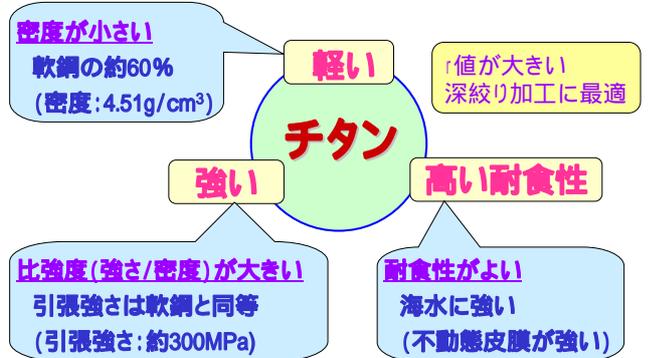
1・2段成形後の角筒容器外観



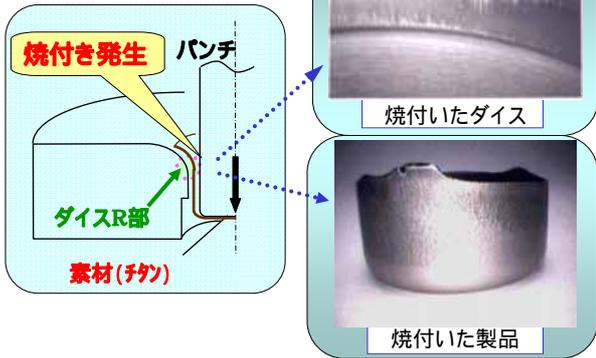
(a) 1段目

(b) 2段目

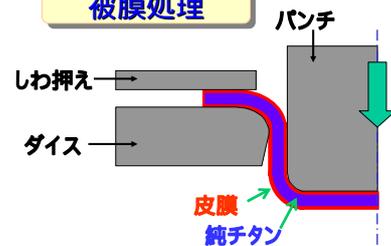
チタン板の多段深絞り加工



純チタン板の多段深絞り加工



被膜処理



- 皮膜の種類
- (1) 陽極酸化皮膜処理
 - (2) 大気酸化皮膜処理
 - (3) 市販材(カラーチタン, 窒化チタン)

陽極酸化皮膜処理と銅合金ダイスによる純チタン容器の成形



深絞り加工された型チタン合金容器



— 軽量部品の成形 —

100kg軽量: 1km/燃費向上

軽量材料の成形

- 超高張力鋼板
- アルミニウム, マグネ, チタン
- 接合

軽量化部品の成形

- 中空部品
- 一体化成形
- テーラードブランク

アルミニウム板の接合

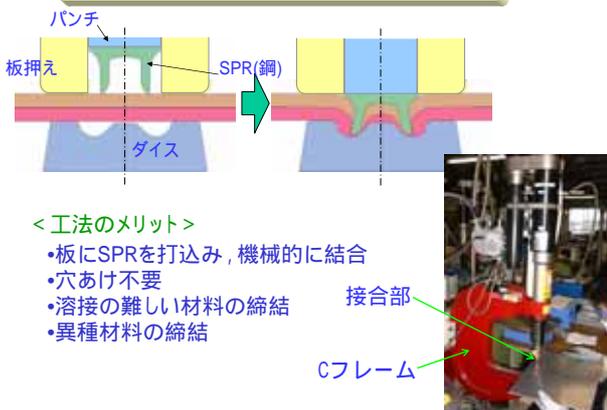


アルミニウム: 溶接性が低い

Audi_A2



セルフピアッシングリベット



アルミニウム板と高張力鋼板の接合

高張力鋼板

- ・高強度, 高硬度
- ・延性小

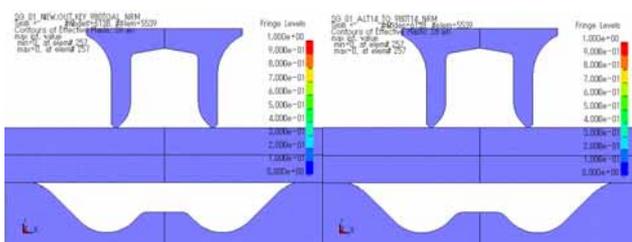
リベット硬度に近い

多種の不良が想定

ダイ形状の最適化 (ダイ径, 深さ)

リベット割れ リベット折れ

シミュレーションによる打ち込み

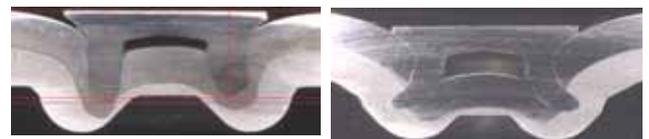


テーバーダイを使用した実験断面

(上板: SPFC980, t1.4, 下板: A5052, t1.5)

曲面ダイ

テーバーダイ形状



— 軽量部品の成形 —

100kg軽量: 1km//燃費向上

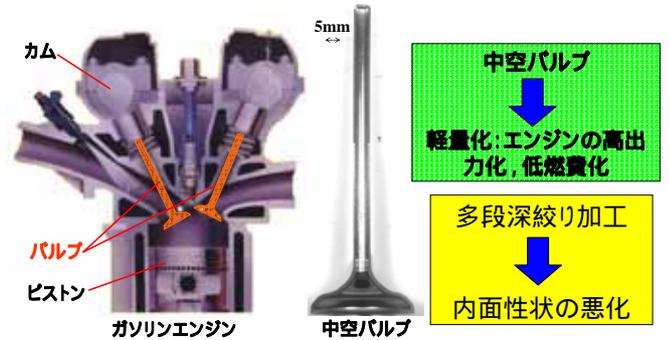
軽量材料の成形

- 超高張力鋼板
- アルミニウム, マグネ, チタン
- 接合

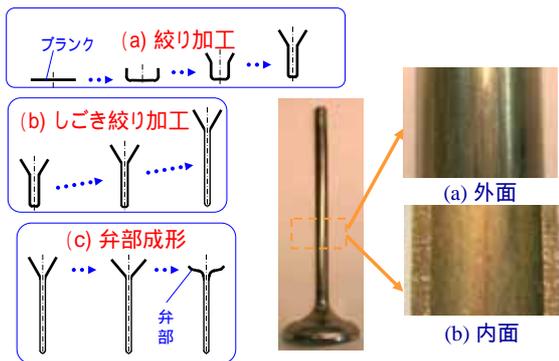
軽量化部品の成形

- 中空部品
- 一体化成形
- テーラードブランク

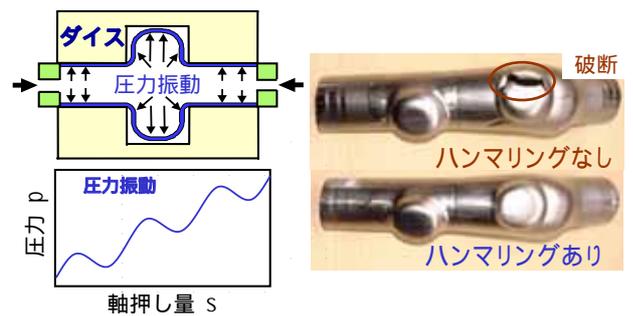
自動車用中空エンジン弁のプレス成形



プレス成形法と内面粗さ



管材のハンマリングハイドロフォーミング



一定圧力におけるハイドロフォーミング



ハンマリングハイドロフォーミング



ハンマリングより得られた台形の張出し

台形張出し



(a) ハンマリング
 $p_0=17.6\text{MPa}$
 $\Delta p = 3\text{MPa}$
 $=0.66\text{ c/mm}$

円形張出し

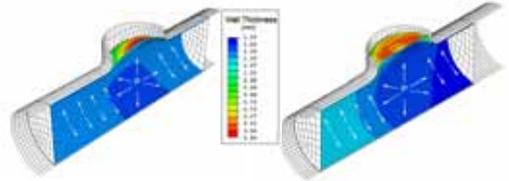
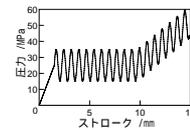
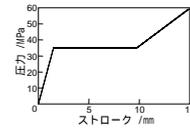


(b)一定圧力
 $p_0=20.5\text{MPa}$

しわ



(c)一定圧力
 $p_0=17.5\text{MPa}$



— 軽量部品の成形 —

100kg軽量: 1km/燃費向上

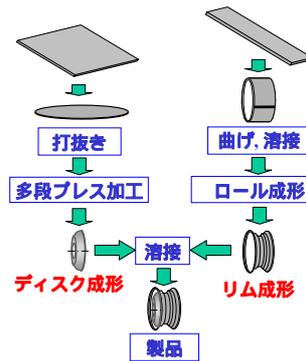
軽量材料の成形

- 超高張力鋼板
- アルミニウム, マグネ, チタン
- 接合

軽量化部品の成形

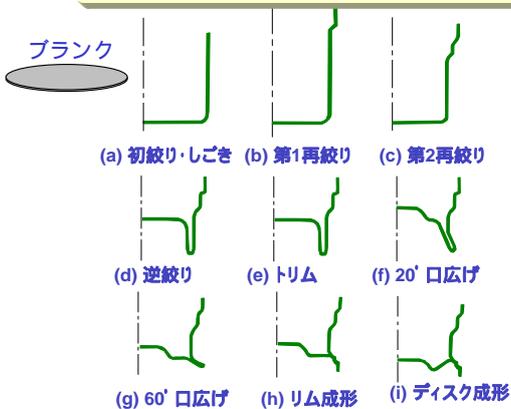
- 中空部品
- 一体化成形
- テーラードブランク

乗用車用ホイールの一体成形

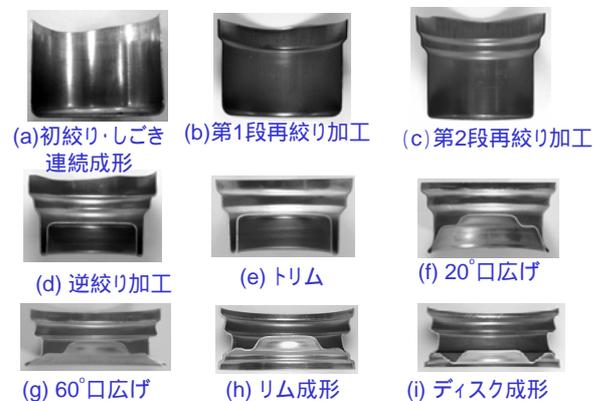


一体成形の利点
 溶接工程省略
 溶接検査不要
 連続プレス成形
 生産性向上

乗用車用ホイールの一体成形法



実験による成形結果



一体プレス成形ホイール



— 軽量部品の成形 —

100kg軽量: 1km/燃費向上

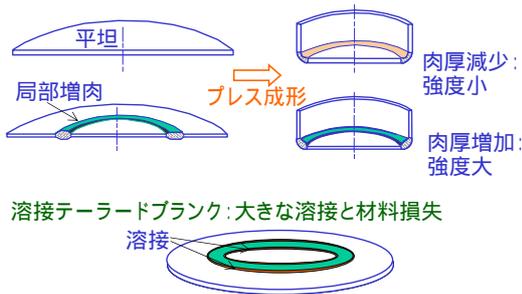
軽量材料の成形

- 超高張力鋼板
- アルミニウム, マグネ, チタン
- 接合

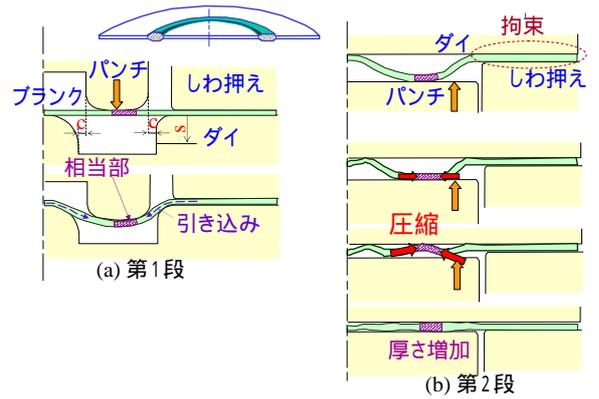
軽量化部品の成形

- 中空部品
- 一体化成形
- テーラードブランク

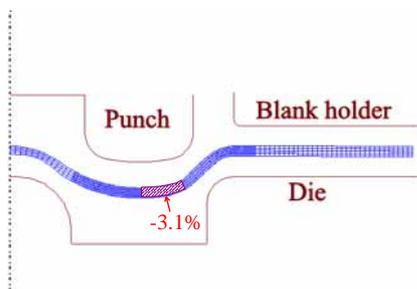
局部増肉テーラードブランク



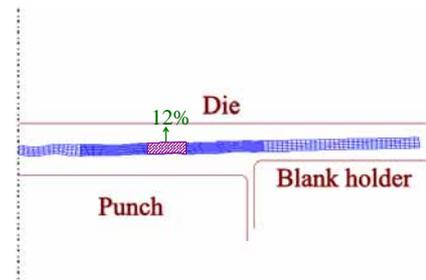
局部増肉テーラードブランクの2段成形法



第1段目における変形状

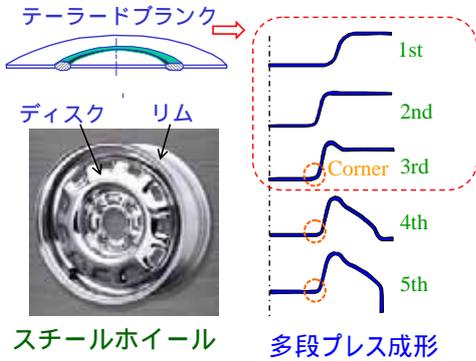


第2段目における変形状

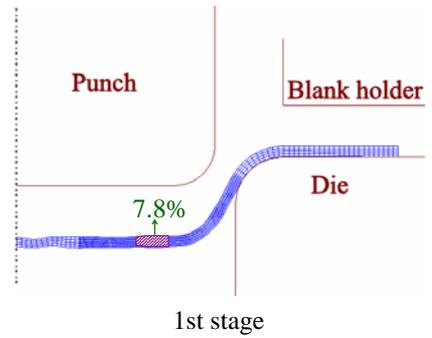


ホイールディスクの多段プレス成形

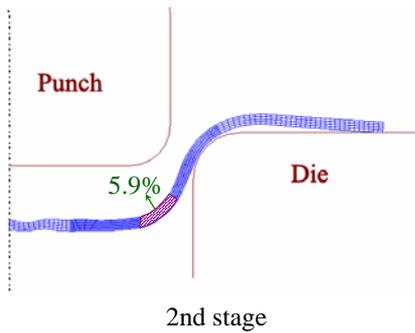
ホイール強度は角部肉厚に大きく影響される



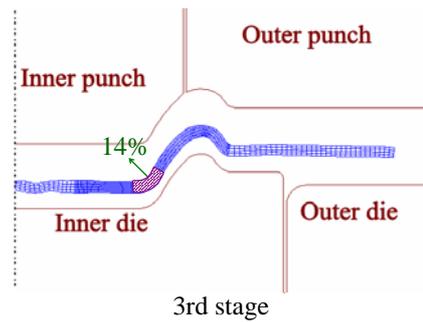
第1段目における変形形状



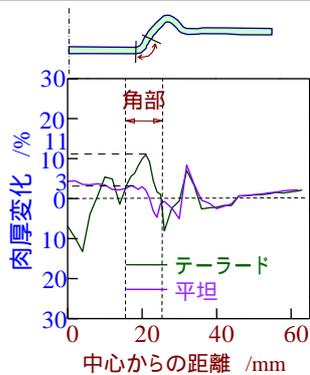
第2段目における変形形状



第3段目における変形形状



テーラードブランクと平坦ブランクの成形品の肉厚分布の比較



サーボプレスの適用

成形性

精度

生産性

デジタル生産

サーボプレスの利用法