

軽量自動車部品の成形技術

豊橋技術科学大学生産システム工学系 森謙一郎

自動車の軽量化を目的とした、高張力鋼板・アルミニウム合金・マグネシウム合金などの軽量材料のプレス成形技術、中空部品などの軽量部品の成形技術を紹介する。

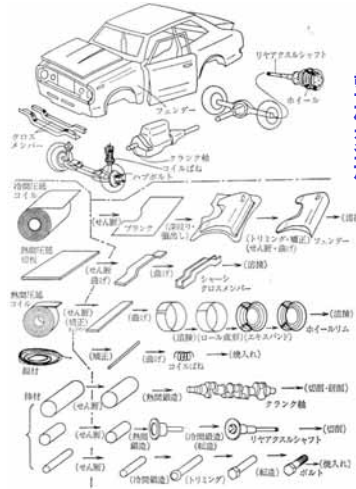
軽量自動車部品の成形技術

豊橋技術科学大学 森謙一郎

エネルギー効率向上

動力系：ハイブリッド、電気自動車、燃料電池

重量低減



塑性加工：金属素材を金型で塑性変形させて所定の形状に成形

図 自動車部品の塑性加工

— 軽量部品の成形 —

100kg軽量：1km//燃費向上

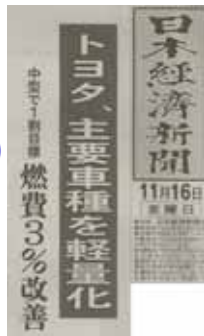
平成19年

軽量材料の成形

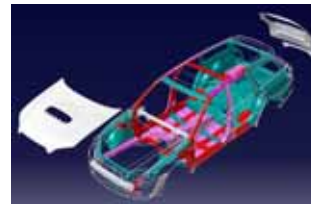
- 超高張力鋼板(7.8)
- アルミニウム(2.7), マグネ(1.8),チタン(4.5)
- 接合

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

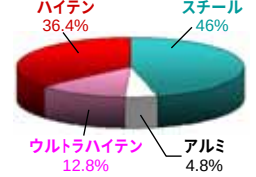


自動車車体への高張力鋼板の適用



高強度：使用量低減

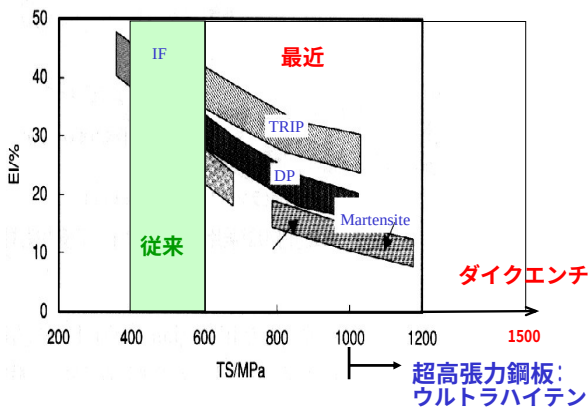
スパルレガシイ
材料比率



トヨタ クラウン、骨格部材の45%が高張力鋼板



高張力鋼板の強度

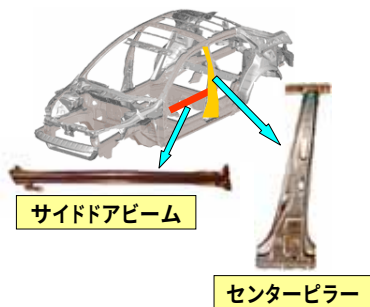


自動車用板材の比較

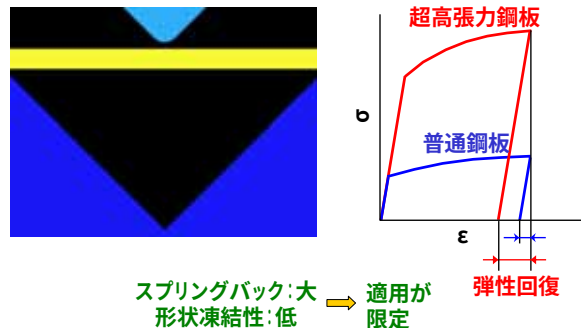
板材	引張強さ	比重	比強度	コスト(1kg当り)	生産量
ウルトラハイテン	980~1470MPa	7.8	126~188MPa	100円程度	鉄:12億ton
従来ハイテン	490~790MPa	7.8	63~101MPa		
軟鋼板 SPCC	340MPa	7.8	44MPa		
アルミ合金板 A6061(T6処理)	310MPa	2.7	115MPa	500円~600円	アルミ:3400万ton
マグネシウム合金板 AZ31	270MPa	1.8	137MPa	3000円程度	マグネ:60万ton
PAN系炭素繊維	2000MPa~5000MPa	1.6		2000円程度	炭素繊維:2万ton

超高張力鋼板の自動車部材への適用

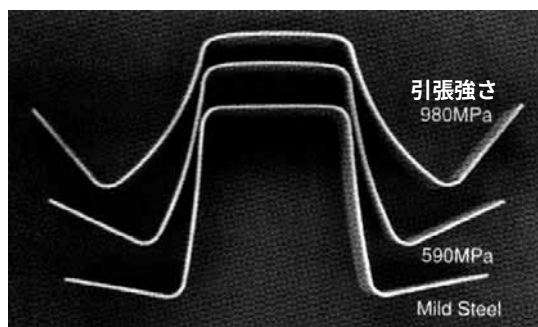
超高張力鋼板: 1GPa以上



超高張力鋼板のスプリングバック



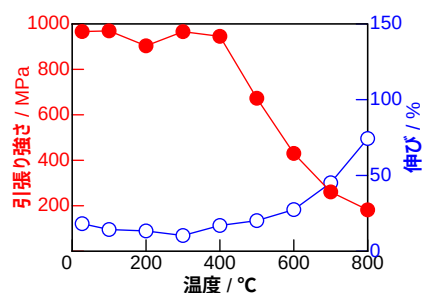
高張力鋼板のハット曲げにおけるスプリングバック



岩谷：プレス技術，42-8(2004)，43

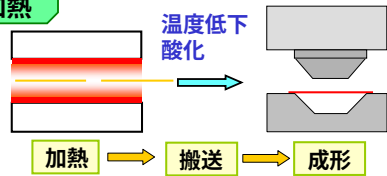
超高張力鋼板の高温引張り特性

温度とともに強度低下，延性向上



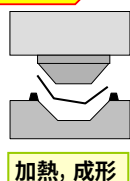
通電型内加熱を用いた温・熱間プレス成形

炉加熱



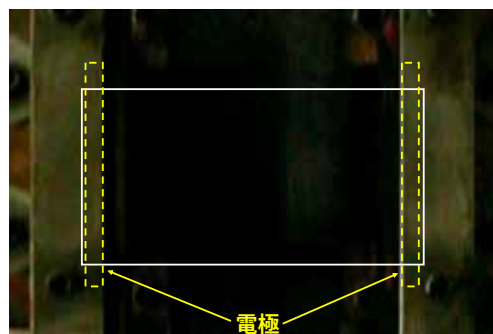
温度低下
酸化

通電加熱

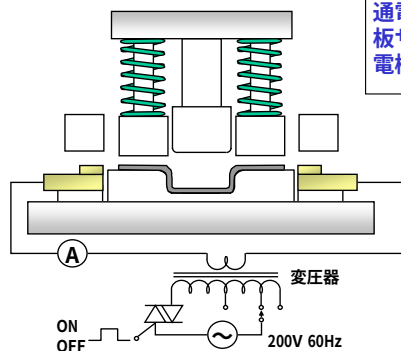


- 利点
- ・ 小さい温度低下
 - ・ プレス作業との同期
 - ・ 少ない酸化スケール
 - ・ 高い加熱効率

通電加熱の映像 (SPFC980)



通電加熱ハット曲げ成形装置

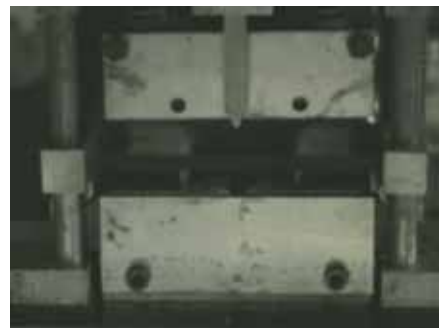


実験条件

通電電圧: 10V
板サイズ: 130mm×20mm
電極中心間距離: 120mm

通電
↓ (0.2秒)
プレス
↓
3.5秒保持

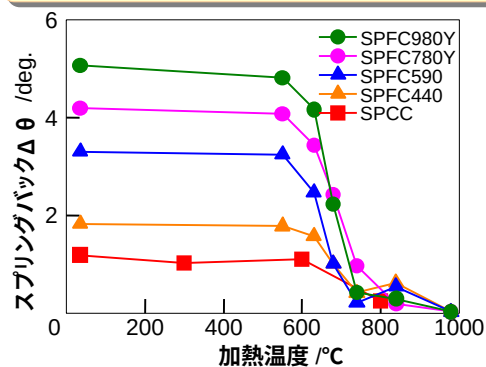
980℃における通電加熱ハット曲げ成形



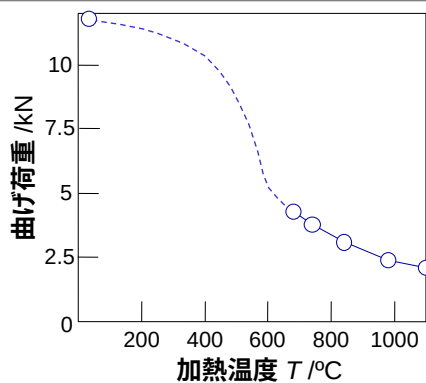
ハット曲げの成形体 (SPFC980Y)



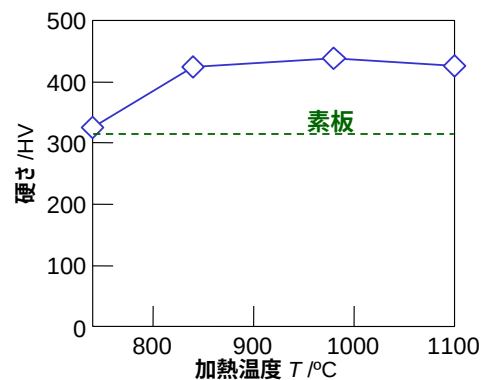
ハット曲げ加工における スプリングバックと加熱温度の関係



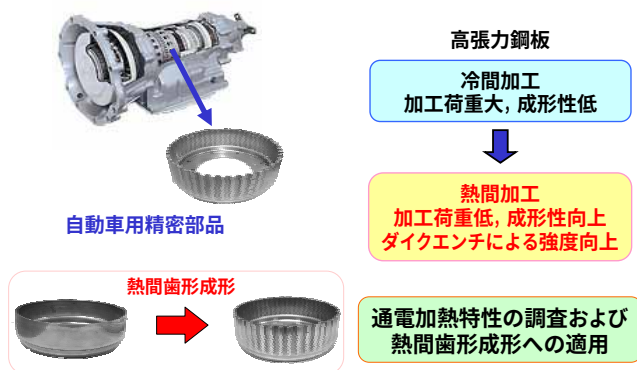
ハット曲げ加工における加工荷重と加熱温度の関係



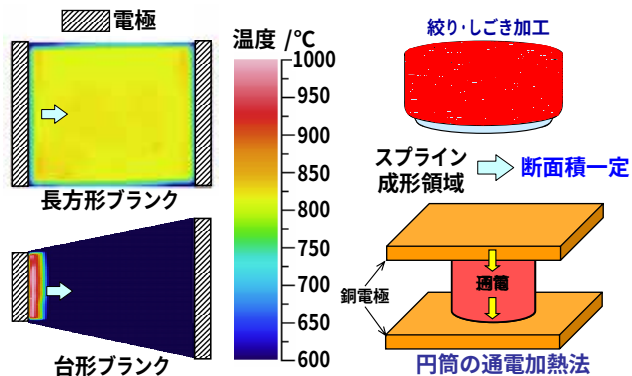
曲げられた板材の硬さと加熱温度の関係



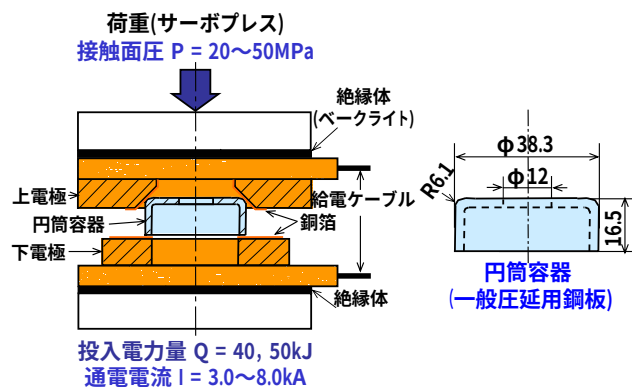
通電加熱を用いた歯形容器の温・熱間スプライン成形



円筒端部からの給電による通電加熱



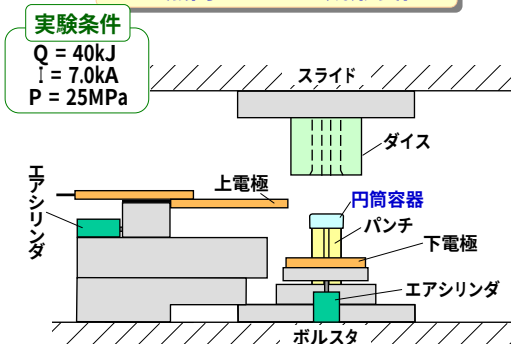
通電加熱実験装置



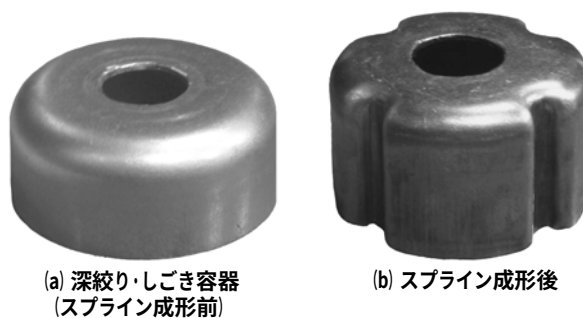
円筒容器端部からの給電による通電加熱状態 ($Q=40 \text{ kJ}$, $I=7.0 \text{ kA}$, $P=50 \text{ MPa}$)



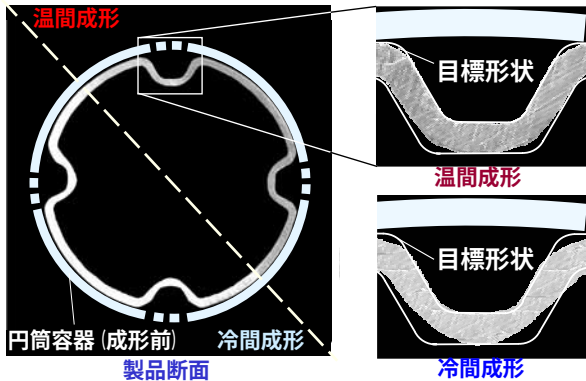
温・熱間スプライン成形装置



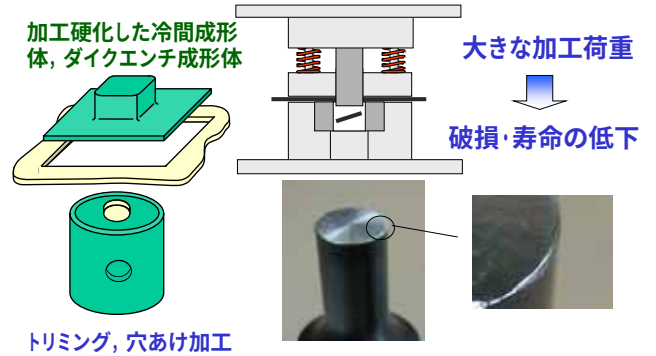
スプライン成形前後の円筒容器外観 ($Q=40 \text{ kJ}$, $I=7.0 \text{ kA}$, $P=25 \text{ MPa}$, 側壁均一部温度 800°C)



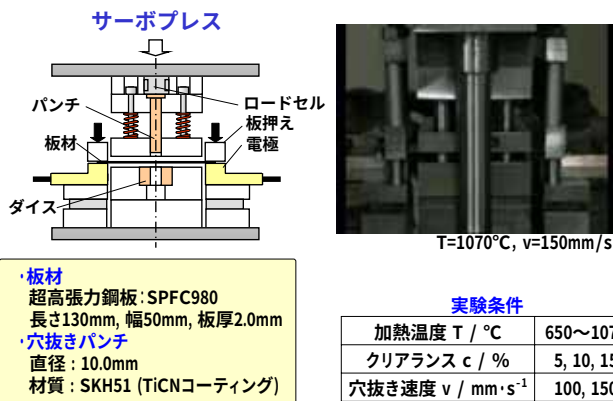
スプライン成形後の製品歯形成部の断面
($Q=40\text{kJ}$, $I=7.0\text{kA}$, $P=25\text{MPa}$, 側壁均一部温度 800°C)



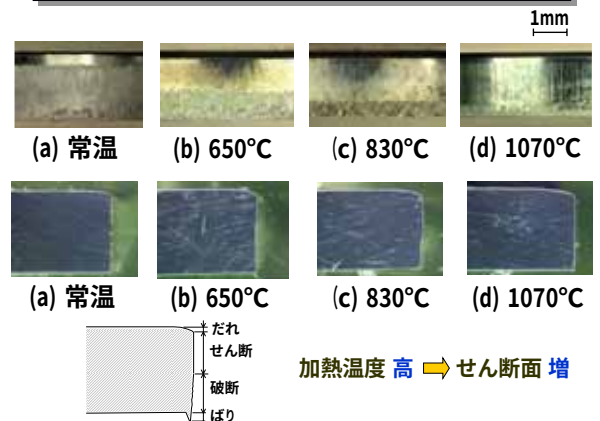
超高張力鋼板の温・熱間せん断加工



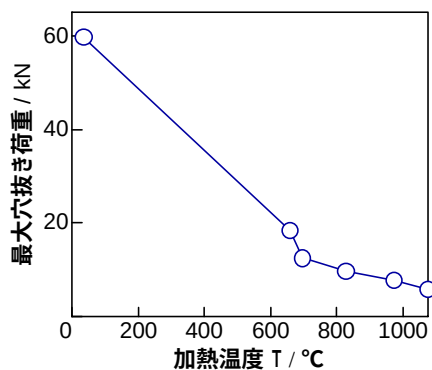
全体加熱せん断加工における切口面性状



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



$C=5\%$, $V=150\text{mm/s}$ における最大穴抜き荷重の変化



— 軽量部品の成形 —

100kg軽量: 1km/燃費向上

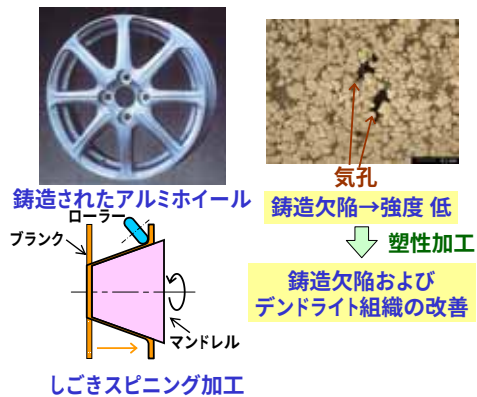
軽量材料の成形

- 超高張力鋼板(7.8)
- アルミニウム(2.7), マグネ(1.8), チタン(4.5)
- 接合

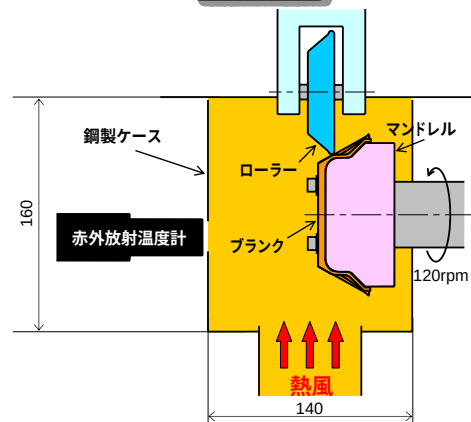
軽量化部品の成形

- 中空部品
- 一体化成形
- テーラードブランク

アルミニウム合金鋳物の熱間しごきスピニング加工



実験方法



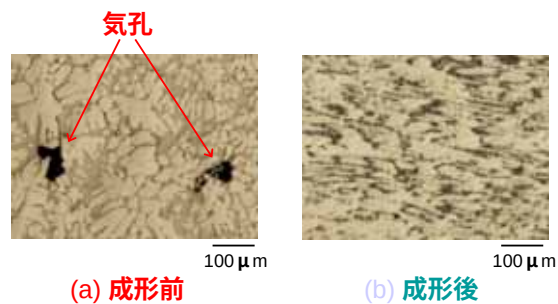
熱間しごきスピニング加工の映像

$\rho_R=2\text{mm}$, $T=400^\circ\text{C}$, $R=40\%$



しごきによる鋳造欠陥の改善

$\rho_R=2\text{mm}$, $T=400^\circ\text{C}$, $R=40\%$



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



マグネシウム合金の
温間プレス成形品

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

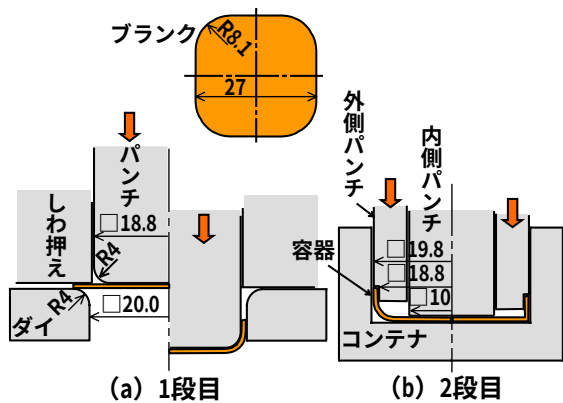
温間 200~300°C 装置複雑
冷間 常温 成形性低

冷間での成形性向上

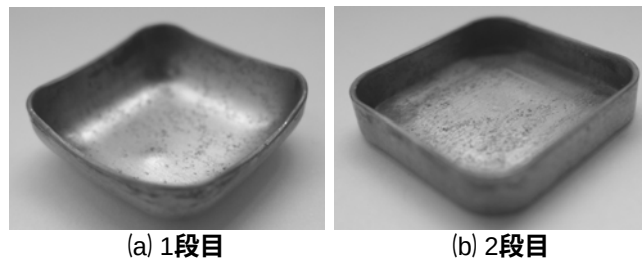
マグネシウム合金板の冷間深絞り加工 における割れ



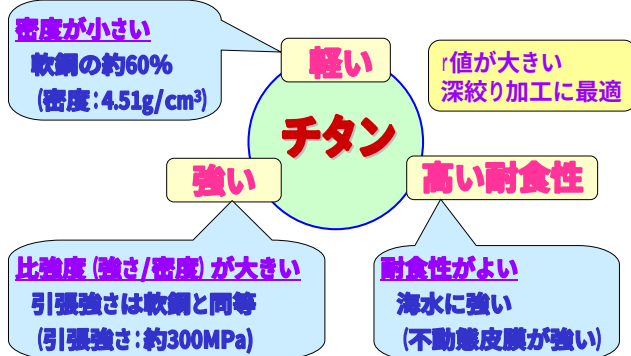
角筒容器の冷間2段成形



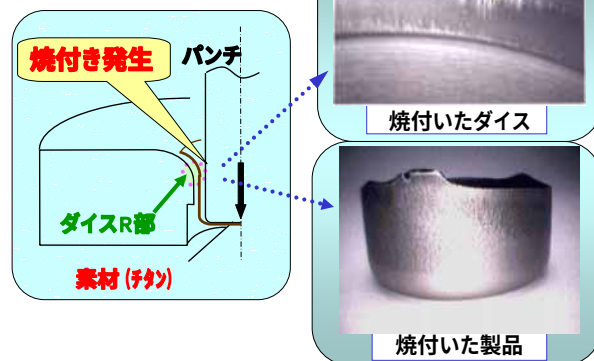
1・2段成形後の角筒容器外観



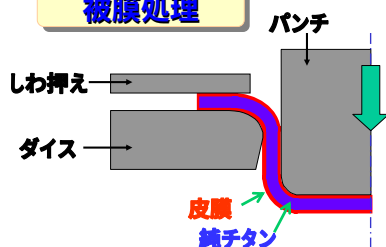
チタン板の多段深絞り加工



純チタン板の多段深絞り加工



被膜処理



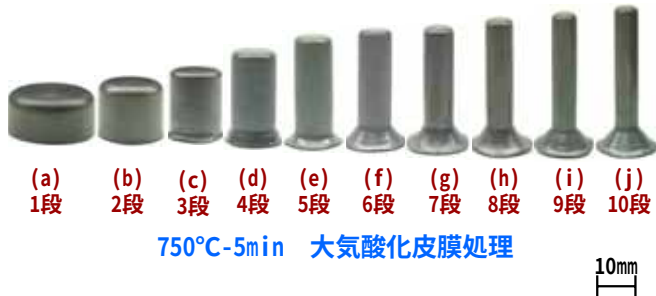
皮膜の種類

- (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β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(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

アルミニウム板の接合



Audi_A2: アルミ自動車

アルミニウム: 溶接性が低い

セルフピアッシングリベット

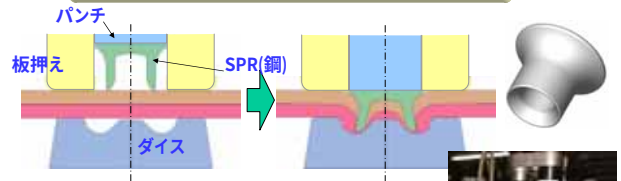
表



裏



セルフピアッシングリベット



<工法のメリット>

- ・板にSPRを打込み、機械的に結合
- ・穴あけ不要
- ・溶接の難しい材料の締結
- ・異種材料の締結

接合部

Cフレーム

アルミニウム板と高張力鋼板の接合

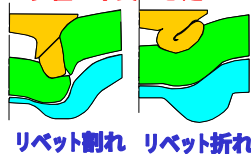
高張力鋼板

- ・高強度, 高硬度
- ・延性小

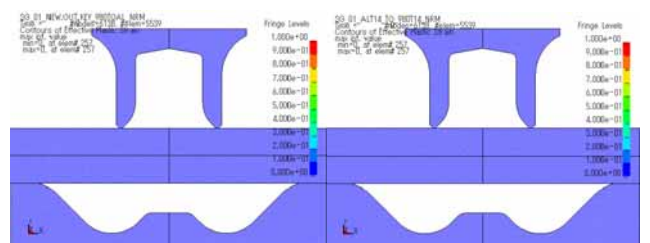
リベット硬度に近い

多種の不良が想定

・ダイ形状の最適化
(ダイ径, 深さ)



シミュレーションによる打ち込み

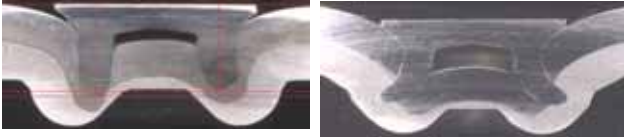


テーパダイを使用した実験断面

(上板: SPFC980, t1.4, 下板: A5052, t1.5)

曲面ダイ

テーパダイ形状



— 軽量部品の成形 —

100kg軽量: 1km//燃費向上

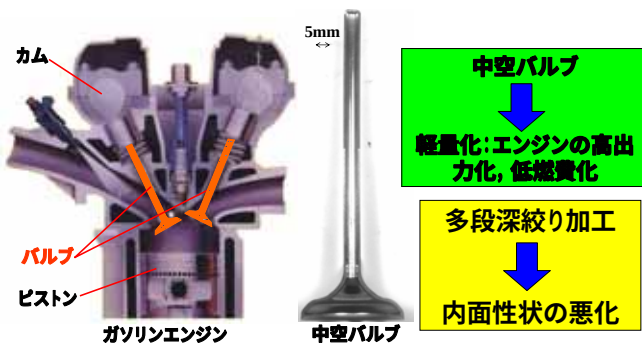
軽量材料の成形

- 超高張力鋼板(7.8)
- アルミニウム(2.7), マグネ(1.8), チタン(4.5)
- 接合

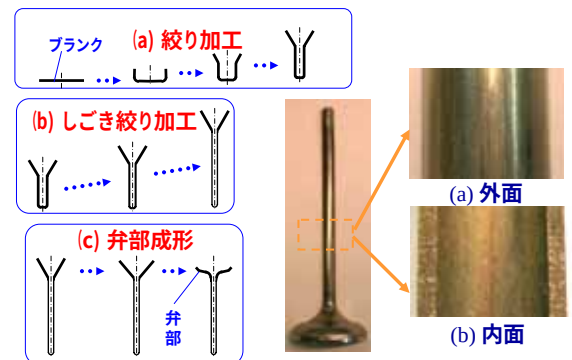
軽量化部品の成形

- 中空部品
- 一体化成形
- テーラードブランク

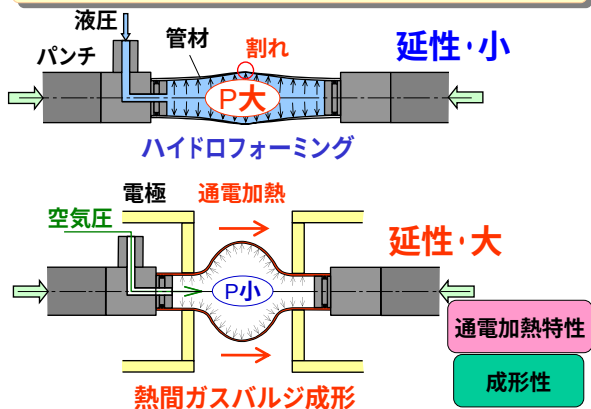
自動車用中空エンジン弁のプレス成形



プレス成形法と内面粗さ



ハイドロフォーミングと熱間ガスバルジ成形



熱間ガスバルジ成形

アルミニウム合金管A6063-T5

