

- 環境にやさしい成形技術を目指して -
軽量部品の成形法

豊橋技術科学大学

森謙一郎



— 軽量自動車部品の成形 —

100kg軽量:1km/燃費向上

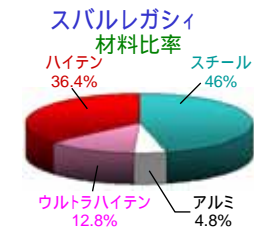
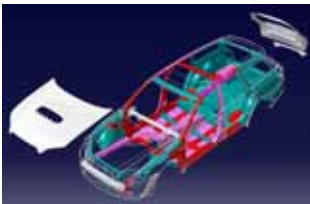
軽量材料の成形

- 超高張力鋼板
- 鋳鉄, アルミニウム, チタン, マグネ
- 材質改善, 接合

軽量化部品の成形

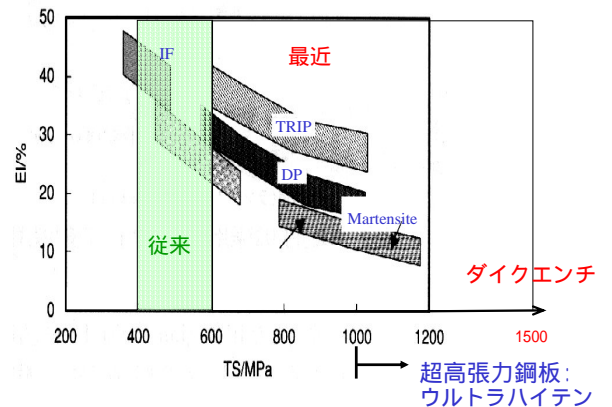
- 中空部品
- 一体化成形
- 計算機シミュレーション

自動車車体への高張力鋼板の適用



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



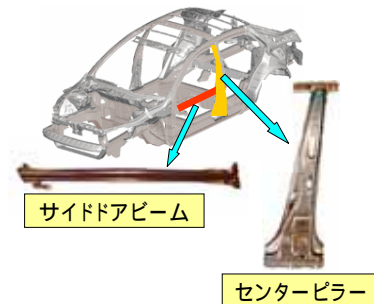
自動車用板材の比強度の比較

板材	引張強さ	比重	比強度
ウルトラハイテン	980 ~ 1470MPa	7.8	126 ~ 188MPa
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処理材)	310MPa	2.7	115MPa

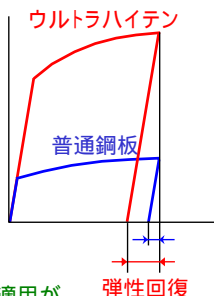
- 低価格
- 成形に関するノウハウの蓄積

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

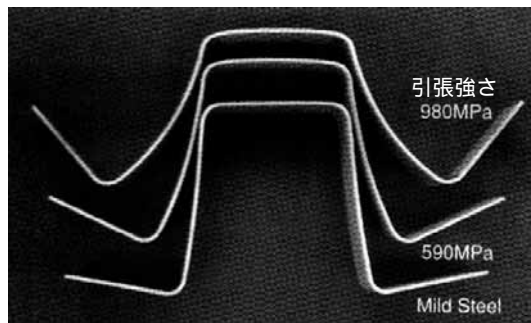


ウルトラハイテンのSpringバック



Springバック: 大
形状凍結性: 低 → 適用が
限定

高張力鋼板のハット曲げにおけるSpringバック



岩谷: プレス技術, 42-8(2004), 43

サーボプレス(80tonf)

直動式(コマツ)

高精度加工と金型寿命の向上

フルフローステッドフィードバック制御
による高精度加工を実現。下死点位置
精度を0.01mm以内で安定に保ち、加工
精度を向上させる。また、加工速度も
向上させる。

下死点精度
±0.01mm以内

HCP

加工速度向上

左右ポイント独立制御
各ポイントで異なる加工速度に設定可能。
0.10mm以内の高精度加工を実現。
(特許出願中)

本年度購入サーボプレス(150tonf)

クランク式(アマダ)

高トルクモーター
振動モーション



V曲げの変形挙動

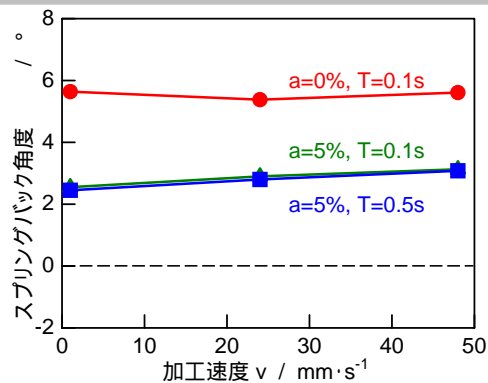


(a) SPCC

(b) SPFC980

設定加工速度: $25 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$

V曲げにおけるSpringバック角度と加工速度の関係 (SPFC980Y)



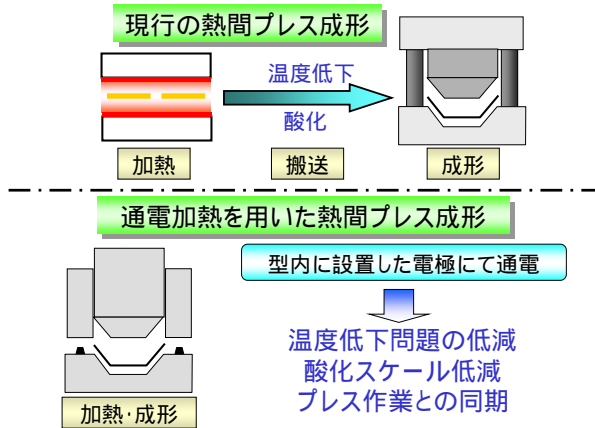
通電加熱を用いたウルトラハイテンの温・熱間プレス成形



スプリングバック: 大
成形性: 低

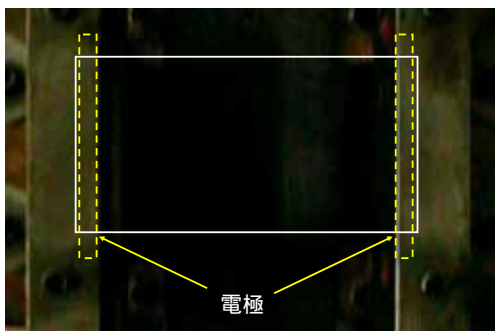
熱間プレス成形
変形抵抗: 小
延性: 大

ウルトラハイテンの温・熱間プレス成形

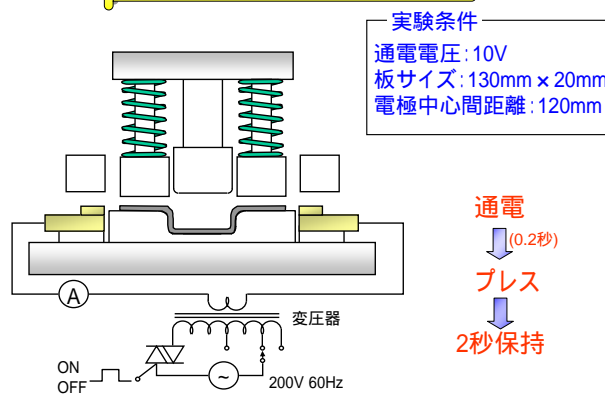


通電加熱映像

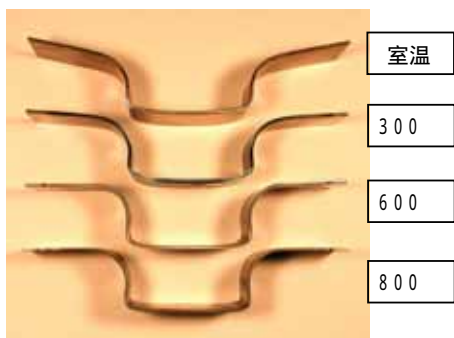
SPFC980Y 投入電力: 85kJ (10V)



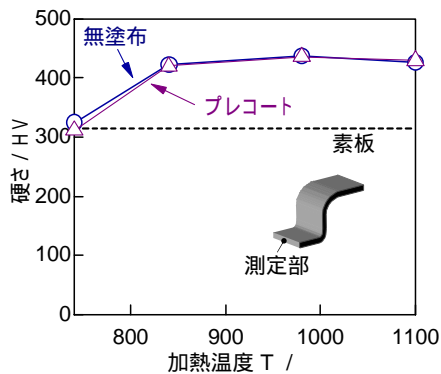
通電加熱ハット曲げ成形装置



ハット曲げ成形体 (SPFC980Y)



ダイクエンチによる硬さの上昇

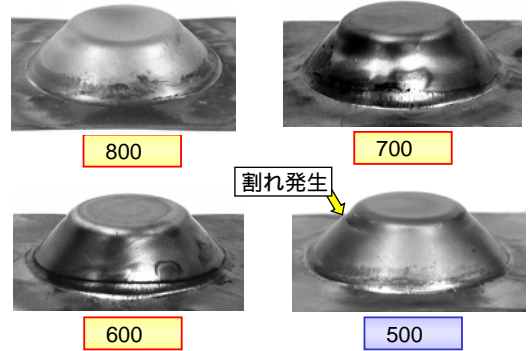


通電加熱熱間絞り成形実験映像

SPFC980Y 投入電力量73kJ (800)



絞り成形体



熱間せん断加工

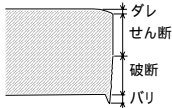
1mm
1mm



(a) 常温 (b) 650 (c) 830 (d) 1070



(a) 常温 (b) 650 (c) 830 (d) 1070



— 軽量自動車部品の成形 —

100kg軽量: 1km//燃費向上

軽量材料の成形

- 超高張力鋼板
- 鋳鉄, アルミニウム, チタン, マグネ
- 材質改善, 接合

軽量化部品の成形

- 中空部品
 - 一体化成形
- 計算機シミュレーション

通電急速加熱を用いた鋳鉄の半溶融鍛造

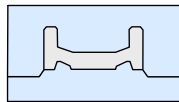
半溶融鍛造の利点

鋳造に比べ

- ・欠陥が少ない
- ・ネットシェイプ
- ・製品精度が高い

鍛造に比べ

- ・加工荷重が低い
- ・複雑形状



通電加熱半溶融鍛造法

アルミニウム合金 (融点614)

高融点 (融点1180)

ねずみ鋳鉄 FC250
球状黒鉛鋳鉄 FCD600



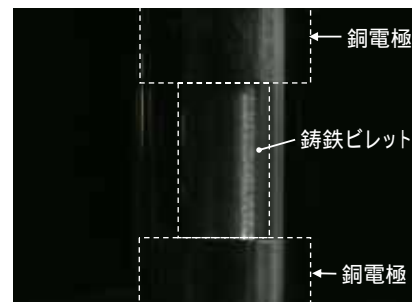
カムシャフト
(鋳鉄, 鋳造)

通電加熱

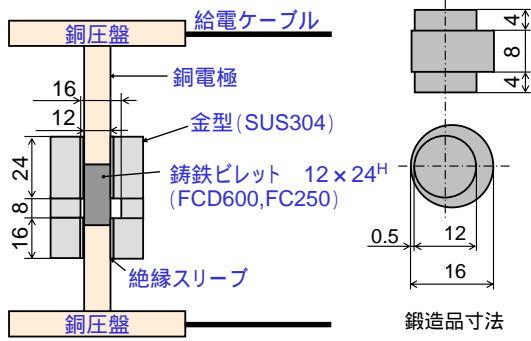
急速加熱 (1~2秒)
半溶融素材搬送が不要

鋳鉄FCD600ビレットの加熱

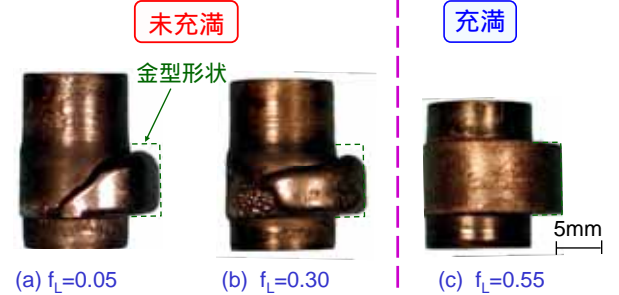
($Q=20 \text{ kJ}$, $F_H=9.8 \text{ MPa}$, 0.7 s)



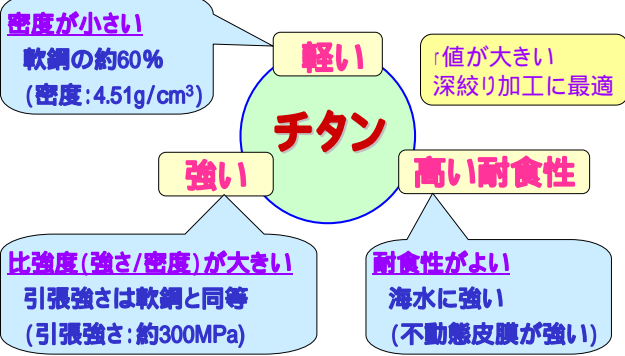
カムシャフト形状の半溶融鍛造実験装置



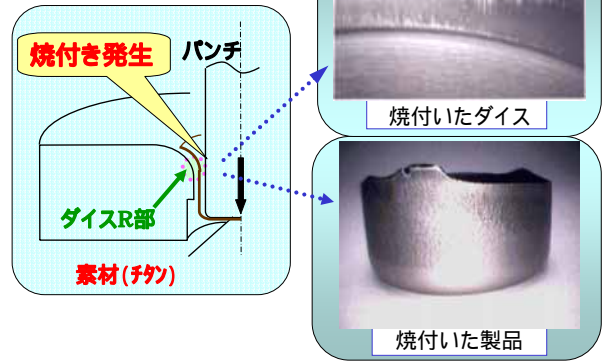
半溶融鍛造後のピレット外観 (FCD600, $P_F=90\text{MPa}$)



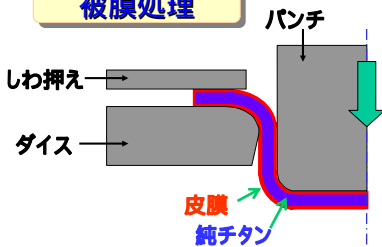
チタン板の多段深絞り加工



純チタン板の多段深絞り加工

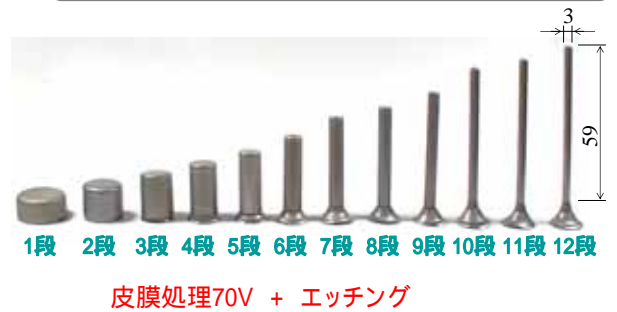


被膜処理

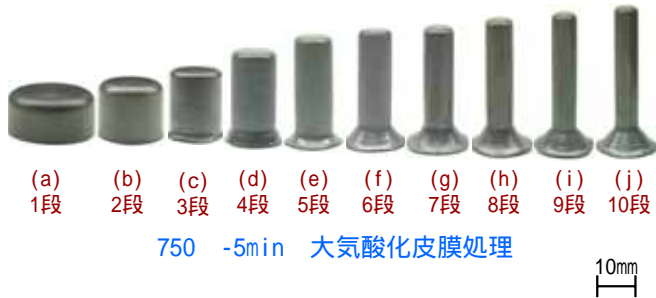


- 皮膜の種類
- (1) 陽極酸化皮膜処理
 - (2) 大気酸化皮膜処理
 - (3) 市販材(カラーチタン, 窒化チタン)

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



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

装置複雑

冷間

常温

成形性低

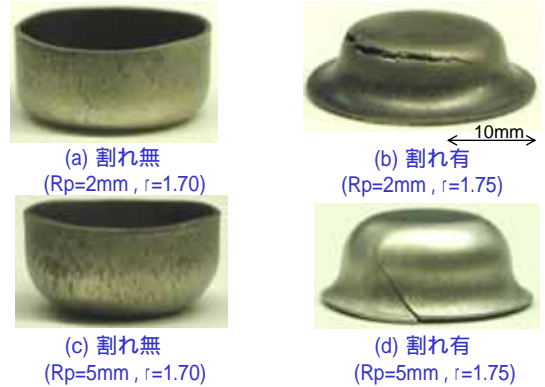
↓

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



冷間深絞り加工されたマグネシウム合金容器



冷間プレス成形の最新技術



温間プレス成形品



最新の冷間プレス成形品

— 軽量自動車部品の成形 —

100kg軽量: 1km/燃費向上

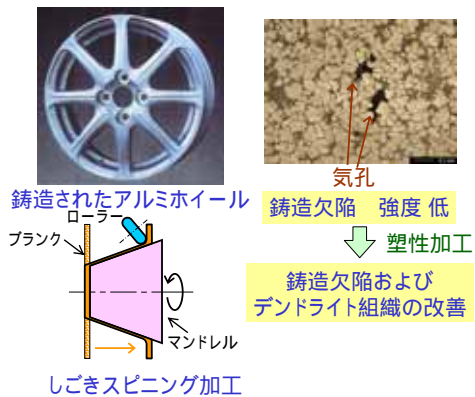
軽量材料の成形

- 超高張力鋼板
- 鋳鉄, アルミニウム, チタン, マグネ
- 材質改善, 接合

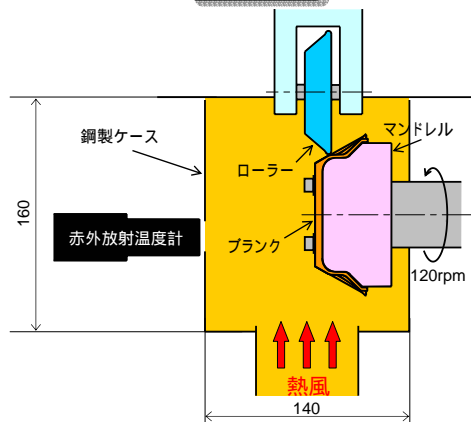
軽量化部品の成形

- 中空部品
 - 一体化成形
- 計算機シミュレーション

アルミニウム合金鑄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

$R=2\text{mm}$, $T=400$, $R=40\%$



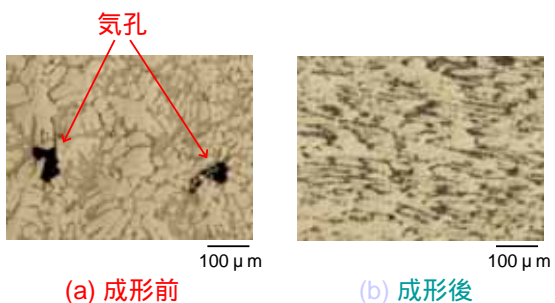
加工温度上昇による加工性向上

$R=2\text{mm}$, $R=40\%$



しごきによる鑄造欠陥の改善

$R=2\text{mm}$, $T=400$, $R=40\%$



アルミニウム板の接合

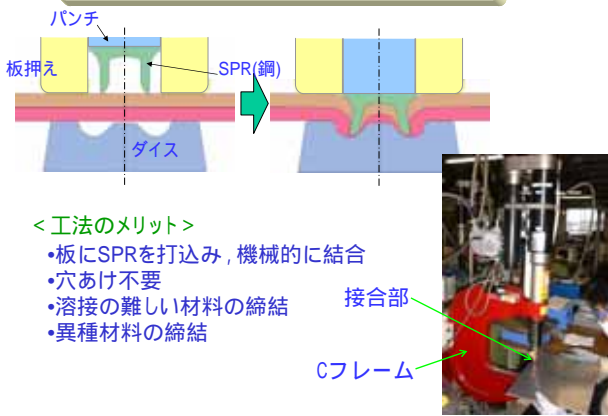


アルミニウム: 溶接性が低い

Audi_A2



セルフピアッシングリベット



<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

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

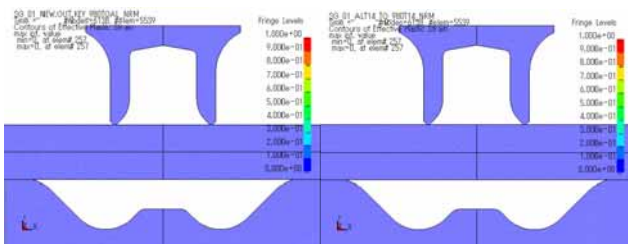
リベット硬度に近い

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



(a) 上板 SPFC980 t1.4,
下板 A5052 t1.5

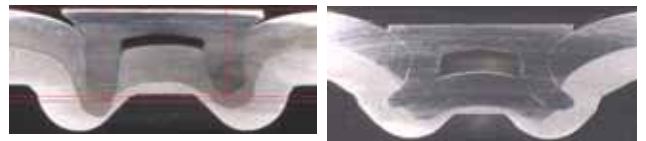
(b) 上板 A5052 t1.5,
下板 SPFC980 t1.4

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



— 軽量自動車部品の成形 —

100kg軽量: 1km/燃費向上

軽量材料の成形

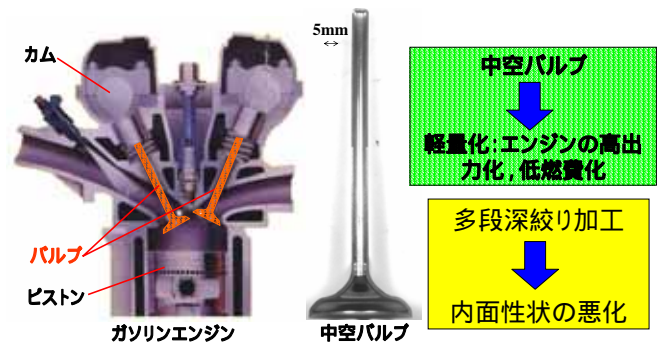
- 超高張力鋼板
- 鋳鉄, アルミニウム, チタン, マグネ
- 材質改善, 接合

軽量化部品の成形

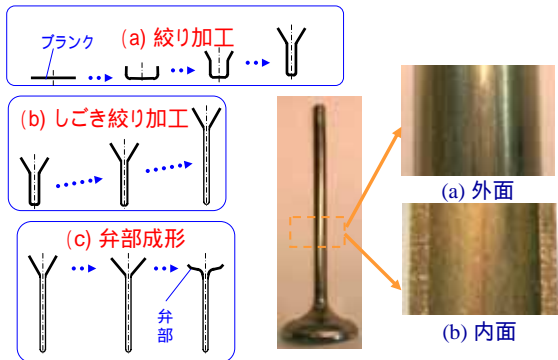
- 中空部品
- 一体化成形

計算機シミュレーション

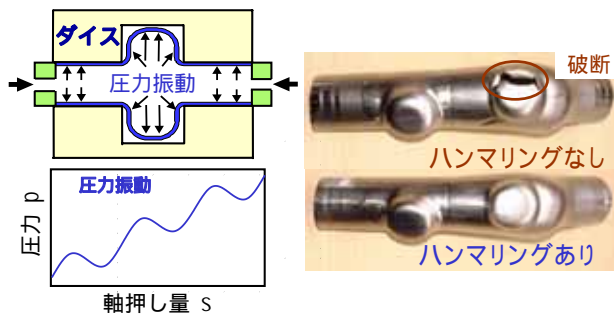
自動車用中空エンジン弁のプレス成形



プレス成形法と内面粗さ



管材のハンマリング hidroforming



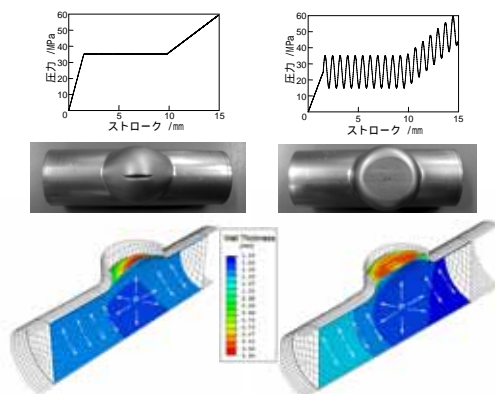
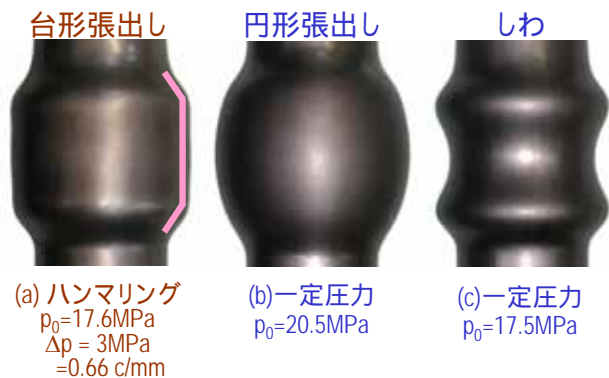
一定圧力における hidroforming



ハンマリング hidroforming



ハンマリングより得られた台形の張出し



— 軽量自動車部品の成形 —

100kg軽量: 1km/燃費向上

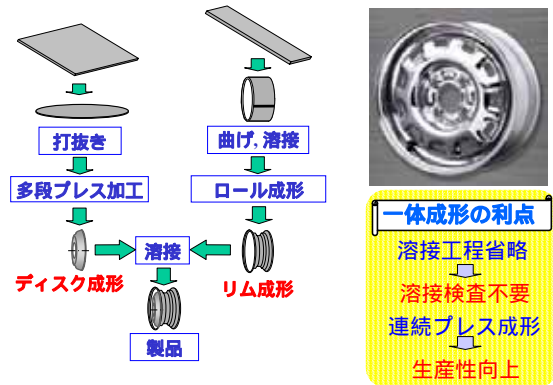
軽量材料の成形

- 超高張力鋼板
- 鋳鉄, アルミニウム, チタン, マグネ
- 材質改善, 接合

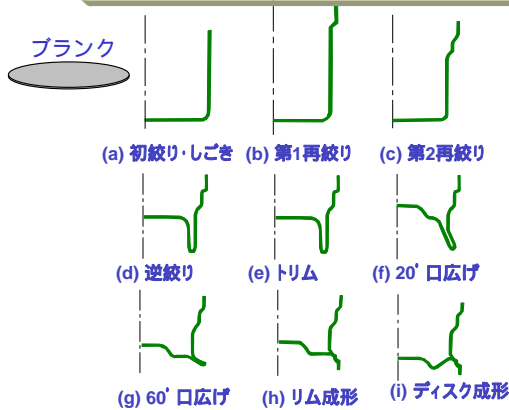
軽量化部品の成形

- 中空部品
 - 一体化成形
- 計算機シミュレーション

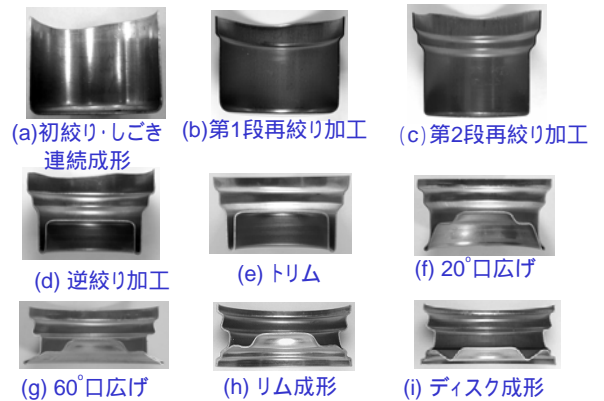
乗用車用ホイールの一体成形



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



— 軽量自動車部品の成形 —

100kg軽量: 1km/燃費向上

軽量材料の成形

- 超高張力鋼板
- 鋳鉄, アルミニウム, チタン, マグネ
- 材質改善, 接合

軽量化部品の成形

- 中空部品
 - 一体化成形
- 計算機シミュレーション