

超高強度鋼部材のホットスタンピング

豊橋技術科学大学 森謙一郎

<http://plast.me.tut.ac.jp/>

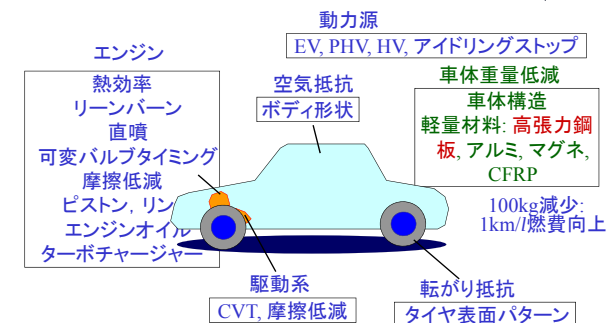
100kg軽量:1km/l燃費向上

軽量材料の成形

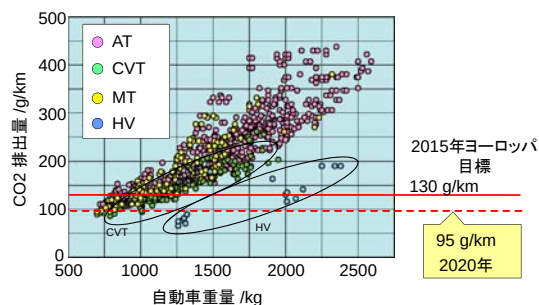
- 超高張力鋼板(7.8)
- アルミニウム(2.7)、マグネ(1.8)、チタン(4.5)

1. 軽量化
2. ホットスタンピング
3. 材料、酸化防止
4. 加熱
5. プレス成形
6. ダイクエンチング

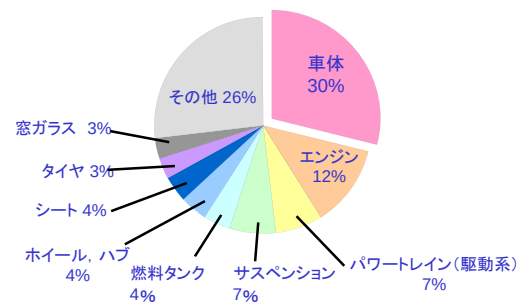
自動車の環境対策



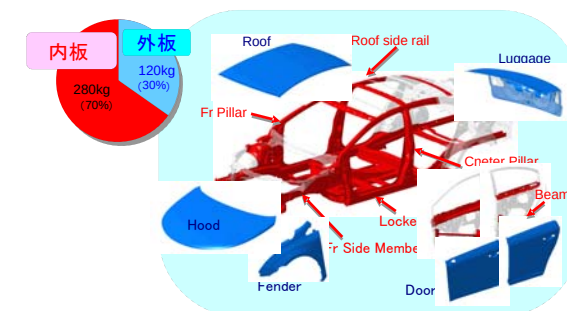
自動車のCO2排出量と自動車重量の関係



自動車の重量構成

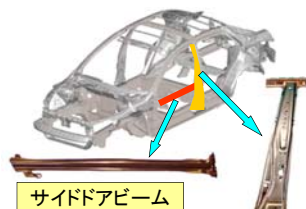


自動車車体の構成



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



骨格部材:36%

衝突安全基準の強化

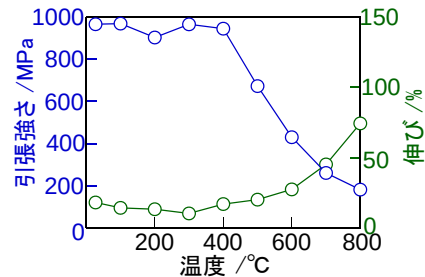
高張力鋼板の冷間成形における問題点



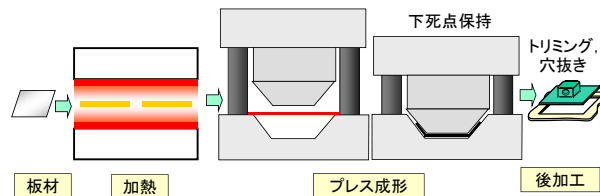
1. 軽量化
2. ホットスタンピング
3. 材料、酸化防止
4. 加熱
5. プレス成形
6. ダイクエンチング

超高張力鋼板の高温引張特性

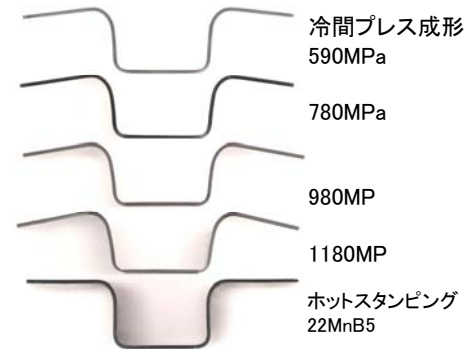
ホットスタンピング：成形荷重低下，スプリングバックなし，成形性向上



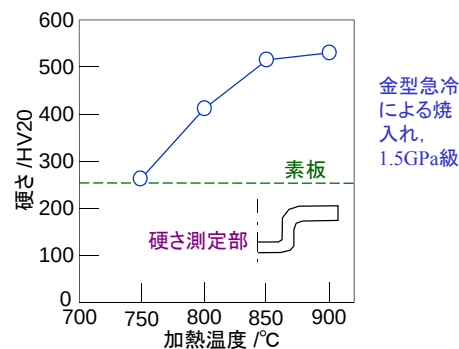
ホットスタンピング



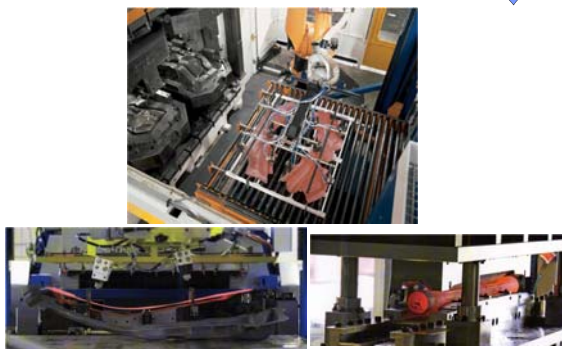
板厚1.2mmにおけるフォーム成形のスプリングバック



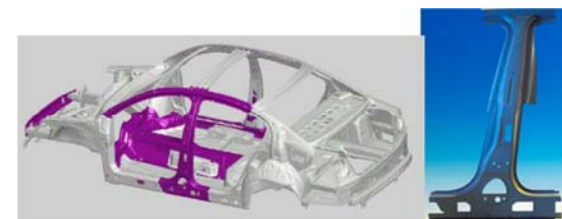
ホットスタンピングにおけるダイクエンチによる硬さの上昇



AP&T社のホットスタンピング



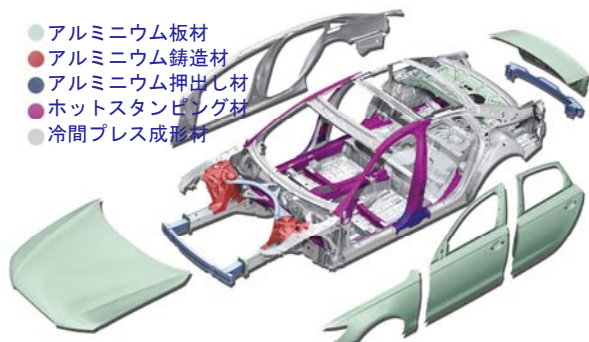
フォルクスワーゲン、パサート



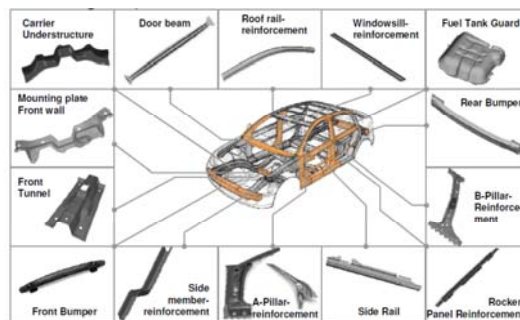
フォルクスワーゲン パサート，骨格部材の16%が熱間プレス成形

Audi A7 Sportback

- アルミニウム板材
- アルミニウム鋳造材
- アルミニウム押出し材
- ホットスタンピング材
- 冷間プレス成形材



ドイツ ベンテラー社におけるホットスタンピング成形品



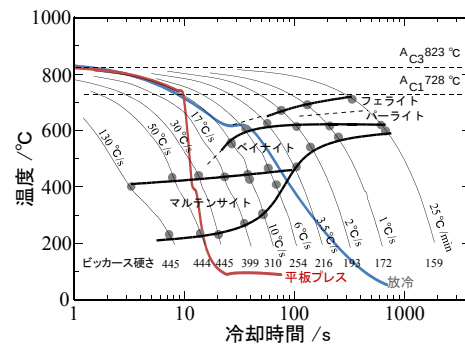
カナダ マグナ社におけるホットスタンピング成形品





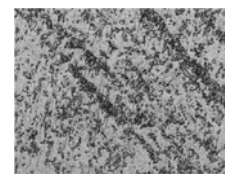
硬さ: 254 HV
900 °C, 急冷: マルテンサイト変態, 500HV
900 °C, 空冷: 焼なまし, 165HV

ホットスタンピング用鋼板の連続冷却変態曲線

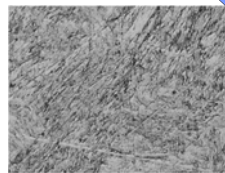


小嶋啓達, 素形材, 2014年7月号

微視的組織変化



(a) 素板 10μm



(b) 900 °C



(c) 950 °C

酸化防止

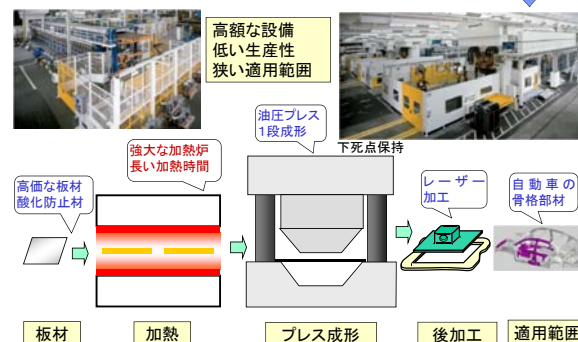
酸化防止なし: ショットピーニング
酸化防止あり: アルミ, 亜鉛めっき, 金属間化合物, 数分



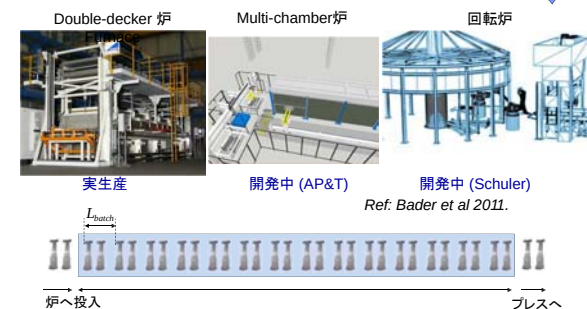
酸化防止なし

1. 軽量化
2. ホットスタンピング
3. 材料, 酸化防止
4. 加熱
5. プレス成形
6. ダイクエンチング

現行熱間プレス成形の問題点



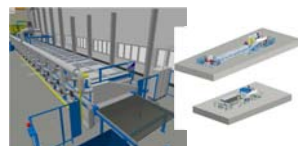
加熱炉



$$\frac{t_{\text{heating}}}{t_{\text{cycle}}} L_{\text{batch}} = \frac{330 \text{ sec}}{20 \text{ sec}} \times 1.6 \text{ m} \approx 26.4 \text{ m}$$

Ref: Eriksson 2010.

加熱炉



(a) 炉加熱



(b) 遠赤外線加熱

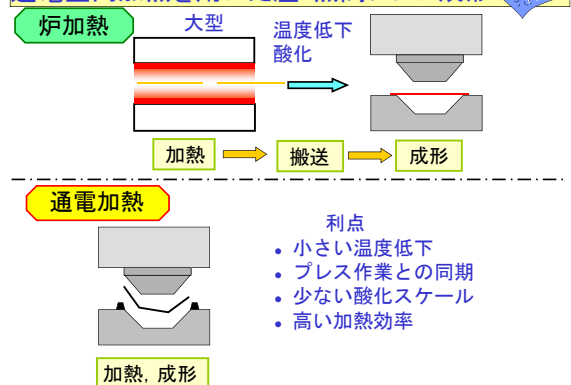


(c) 高周波誘導加熱

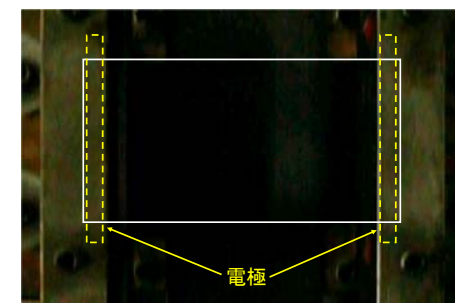
非表面処理材: 49 s

表面処理材: 72 s

通電型内加熱を用いた温・熱間プレス成形



通電加熱の映像 (SPFC980)



通電加熱とサーボプレスとの連動

高速加熱・高速成形：
酸化防止
成形性の増加

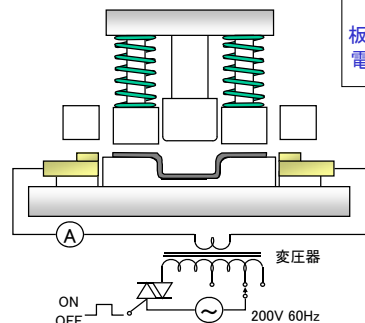


通電電源 サーボプレス 通電電源 サーボプレス

通電加熱ハット曲げ成形装置

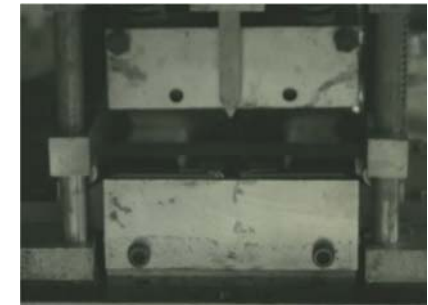
実験条件

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 °Cにおける通電加熱ハット曲げ成形



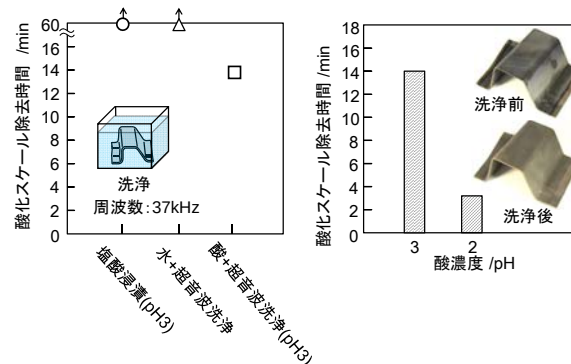
通電加熱ホットスタンピング成形品



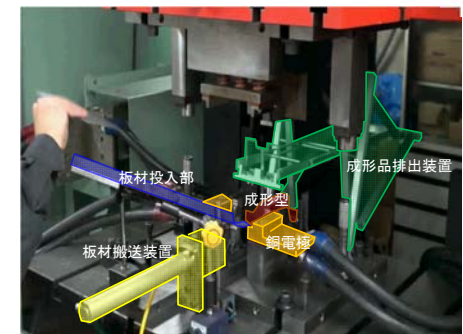
(a) 高温炉加熱

(b) 通電加熱

通電加熱ホットスタンピングにおける酸化スケールの除去

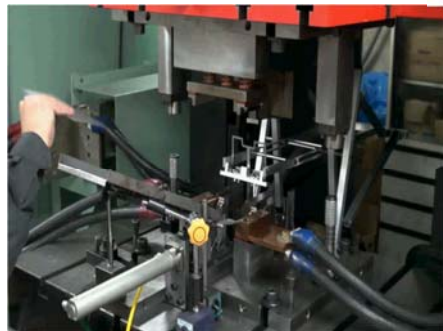


連続通電加熱ホットスタンピング



板材搬送 → 通電加熱、成形+ダイクエンチ → 材料取出し

連続通電加熱ホットスタンピング



板材搬送 → 通電加熱、成形+ダイクエンチ → 材料取出し

ホットスタンピング装置の実用化



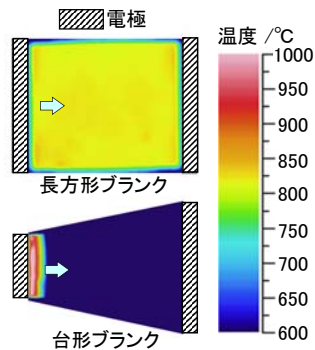
プレス機械メーカーとの共同開発: (株)アミノ

通電加熱の適用

2013年11月7日 日刊自動車新聞, アステア: 第25回中小企業優秀
トヨタ通電加熱
新技術・新製品賞優秀賞, 「直接
通電加熱による新ホットプレス技

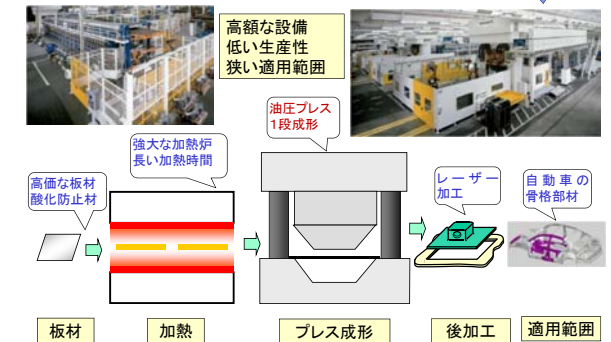


矩形板材に应用が限定

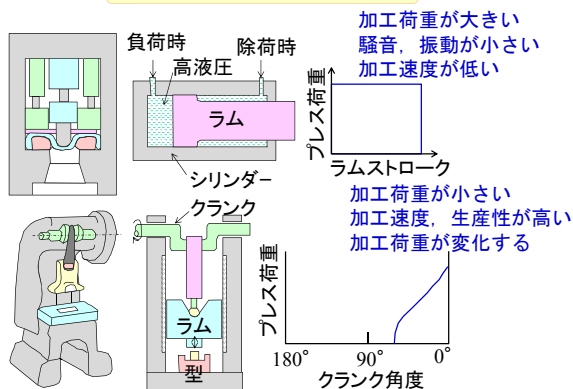


1. 軽量化
2. ホットスタンピング
3. 材料, 酸化防止
4. 加熱
5. プレス成形
6. ダイクエンチング

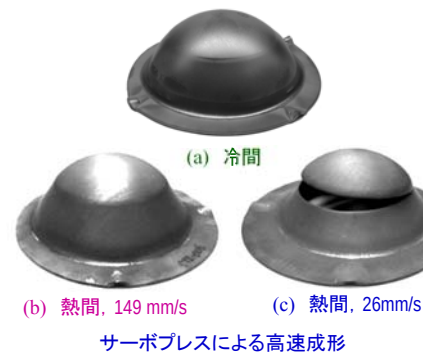
現行熱間プレス成形の問題点



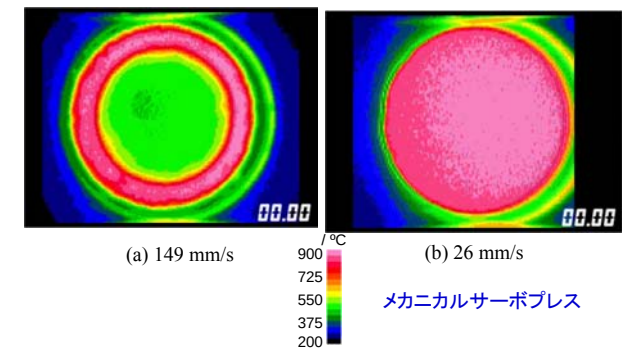
油圧式と機械式プレス



ホットスタンピングにおける成形速度の影響

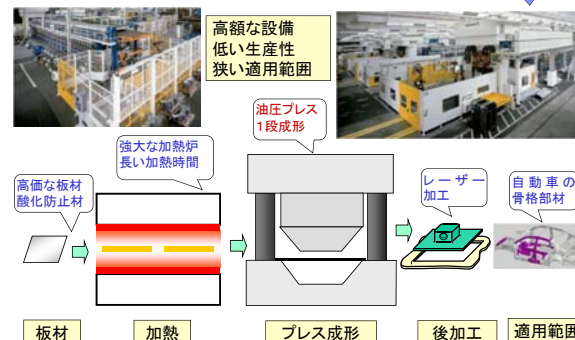


熱間成形における高速と低速のサーモグラフィーで測定された温度分布の比較

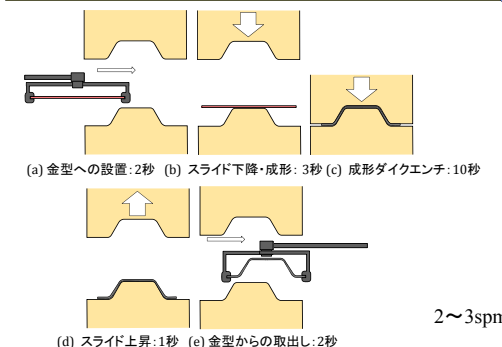


1. 軽量化
2. ホットスタンピング
3. 材料, 酸化防止
4. 加熱
5. プレス成形
6. ダイクエンチング

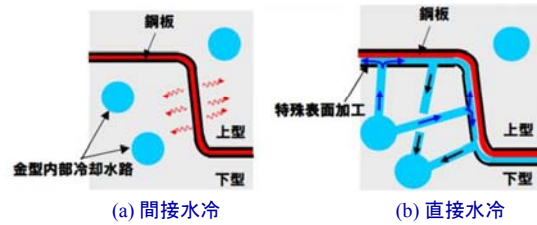
現行熱間プレス成形の問題点



1ショットにおける時間

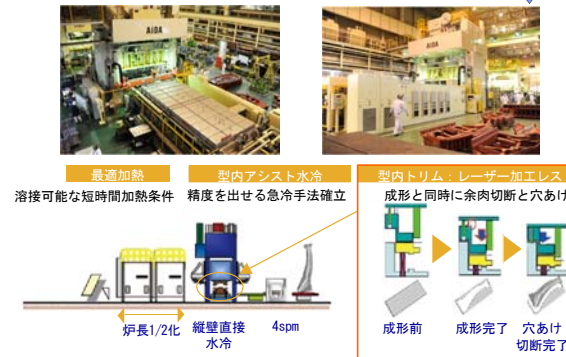


ユニプレスにおける板材の直接水冷

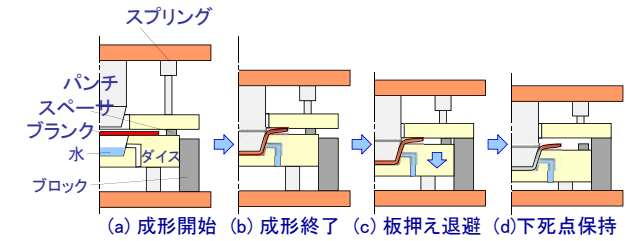


(a) 間接水冷 (b) 直接水冷
直接水冷によって下死点保持時間を減らせる

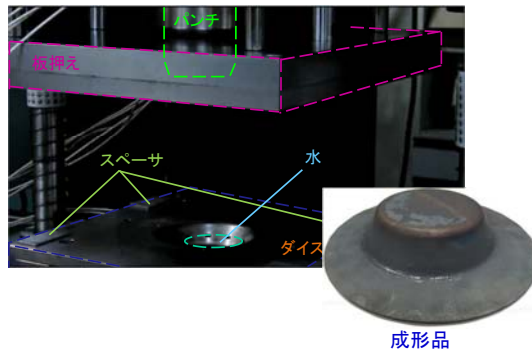
ホンダにおけるサーボプレス利用



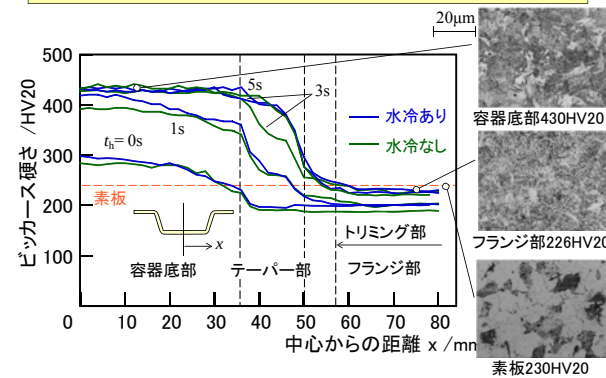
直接水冷と板押え退避によるダイクエンチ性向上とフランジ部焼入れ防止



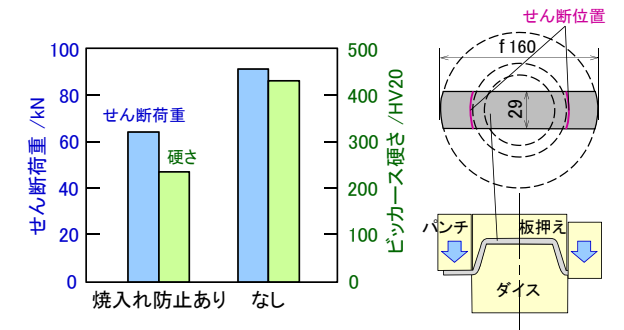
水冷を用いたホットスタンピング



下死点保持時間を変化させた時の半径方向ビッカース硬さ分布

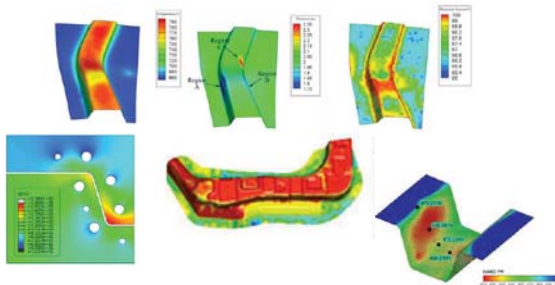


水冷あり、下死点保持時間3sの焼入れ防止ありとなしにおけるフランジ部のせん断荷重



有限要素シミュレーション

変形, 温度, 組織変化



材料特性の測定が困難