

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//燃費向上
電気自動車では非常に重要

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)

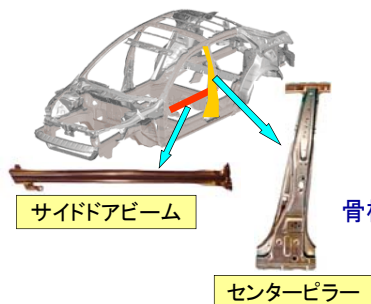


1. ホットスタンピング
2. 急速通電加熱ホットスタンピング
3. サーボプレスを使ったホットスタンピング
4. テーラードダイクエンチ
5. 超高強度鋼中空部材のホットフォーミング
6. 1ショットホットスタンピング
7. 順送ホットスタンピング

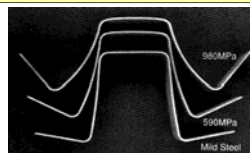
超高張力鋼板の自動車部材への適用



超高張力鋼板:1GPa以上



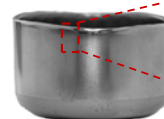
高張力鋼板の冷間成形におけるスプリングバック及び低い成形性



大きなスプリングバック



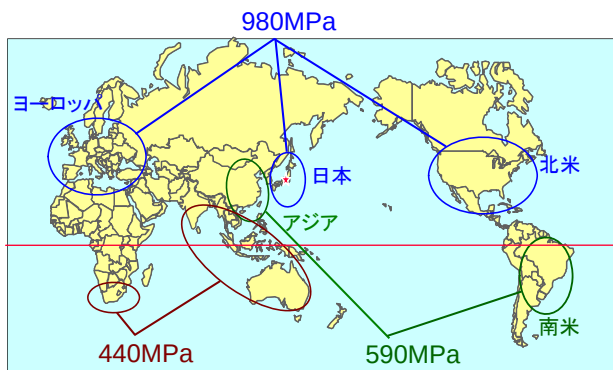
低い延性



焼付き

1.2GPa以上の冷間プレスは困難

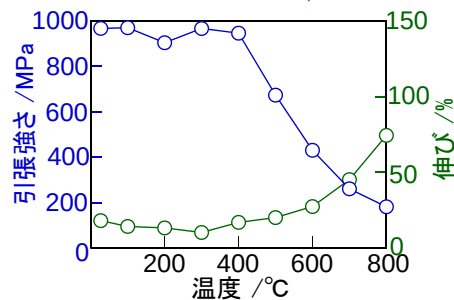
高張力鋼板の供給地域



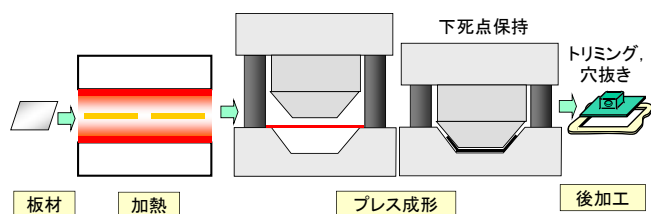
超高張力鋼板の高温引張特性



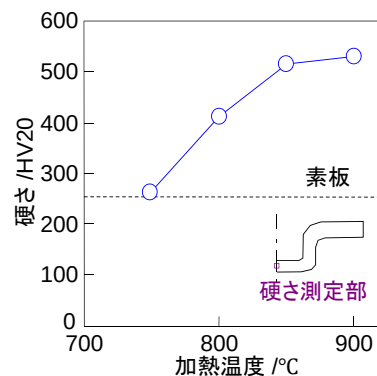
ホットスタンピング: 成形荷重低下, スプリングバックなし, 成形性向上



ホットスタンピング



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



金型急冷
による焼
入れ、
1.5GPa級

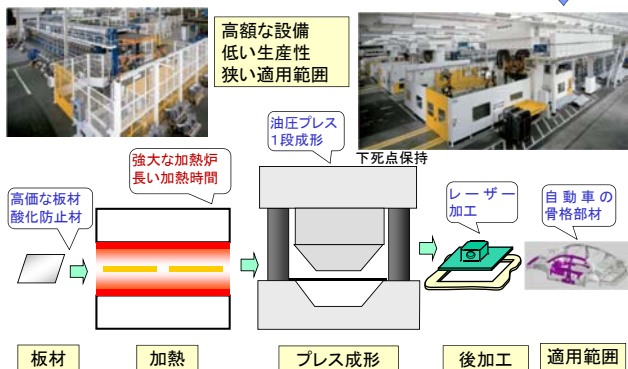
ホットスタンピングの長所



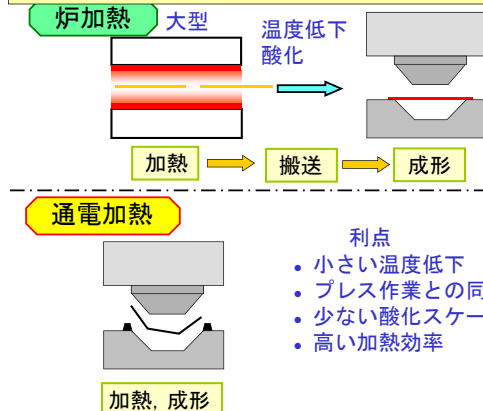
- 成形荷重低下
- スプリングバックなし
- 成形性増加
- 1.5GPa級成形品

1. ホットスタンピング
2. 急速通電加熱ホットスタンピング
3. サーボプレスを使ったホットスタンピング
4. テーラードダイクエンチ
5. 超高強度鋼中空部材のホットフォーミング
6. 1ショットホットスタンピング
7. 順送ホットスタンピング

現行熱間プレス成形の問題点



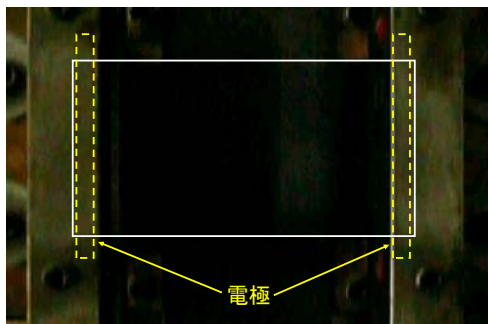
通電型内加熱を用いた温・熱間プレス成形



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

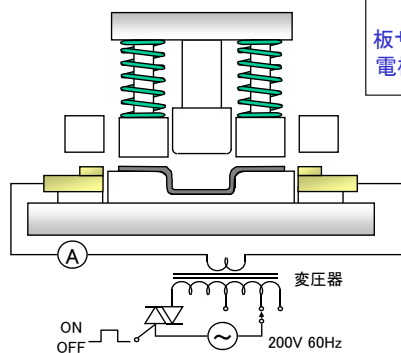


通電加熱ハット曲げ成形装置



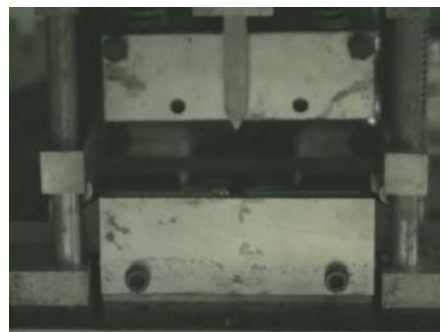
実験条件

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



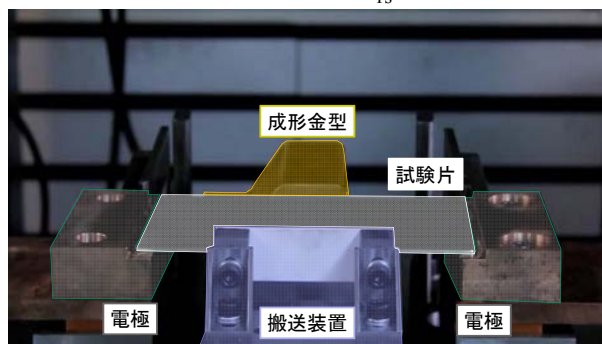
980 °Cにおける通電加熱ハット曲げ成形



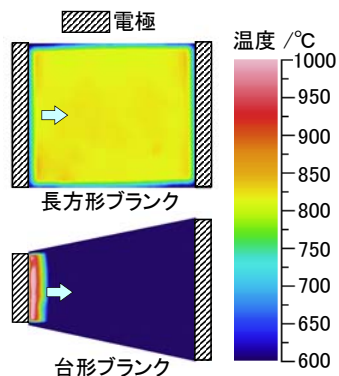
通電加熱ホットスタンピング



通電加熱 850°C, 3.3s → 搬送 2s → 成形 1s → 下死点保持 5s

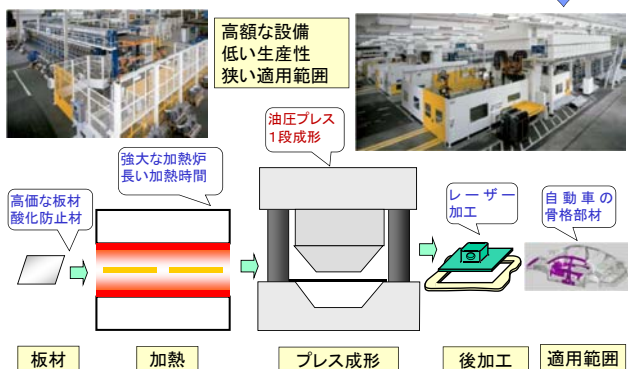


矩形板材に応用が限定

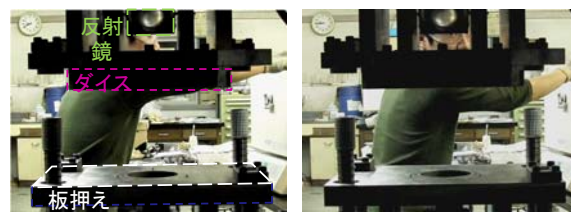


1. ホットスタンピング
2. 急速通電加熱ホットスタンピング
3. サーボプレスを使ったホットスタンピング
4. テーラードダイクエンチ
5. 超高強度鋼中空部材のホットフォーミング
6. 1ショットホットスタンピング
7. 順送ホットスタンピング

現行熱間プレス成形の問題点



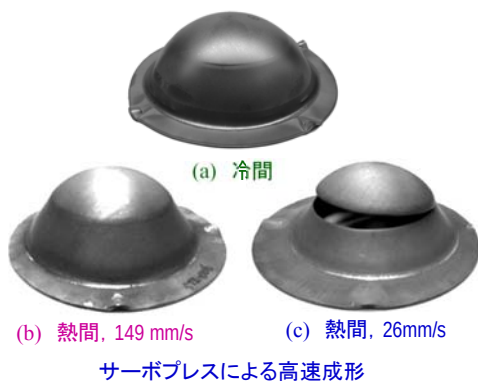
熱間絞り成形における速度効果



(a) 低速モーション
(26 mm/s)

(b) 高速モーション
(149 mm/s)

ホットスタンピングにおける成形速度の影響



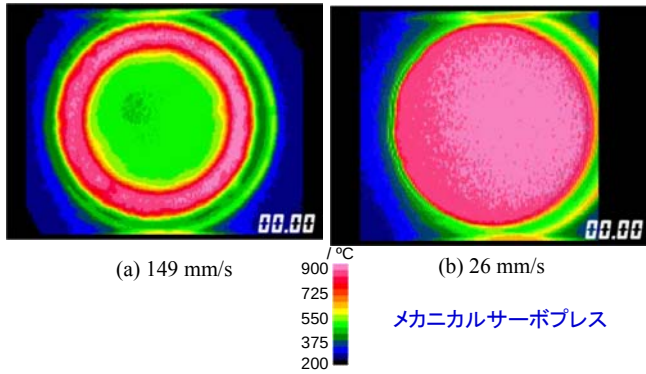
熱間成形における高速と低速の温度分布の比較



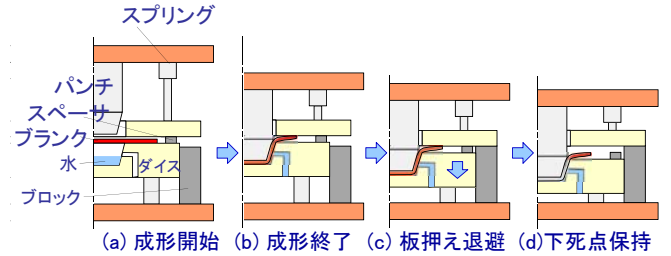
(a) 149 mm/s

(b) 26 mm/s

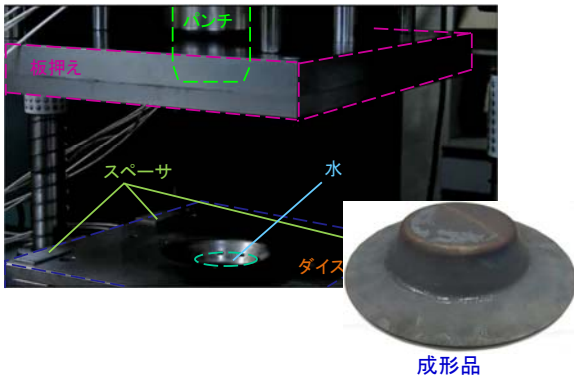
熱間成形における高速と低速のサーモグラフィーで測定された温度分布の比較



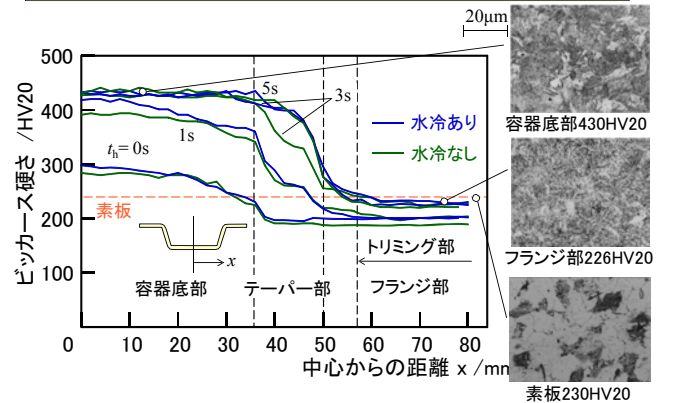
直接水冷と板押え退避によるダイクエンチ性向上とフランジ部焼入れ防止



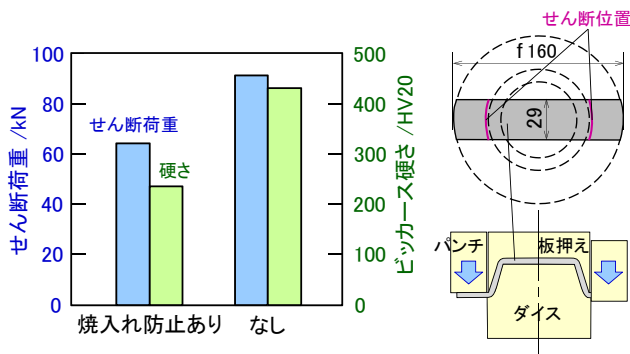
水冷を用いたホットスタンピング



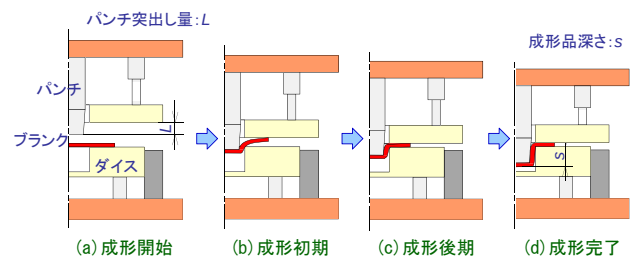
下死点保持時間を変化させた時の半径方向ビッカース硬さ分布



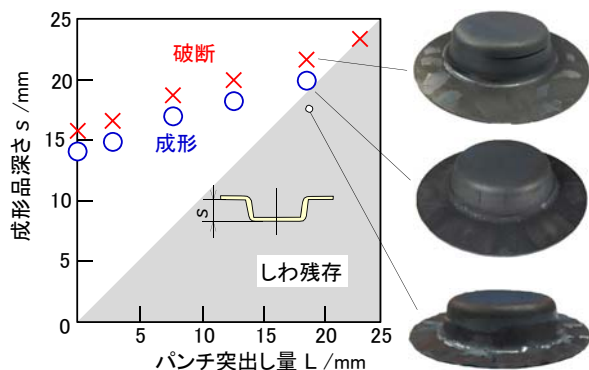
水冷あり, 下死点保持時間3sの焼入れ防止ありとなしにおけるフランジ部のせん断荷重



遅れ板押えによる成形性向上方法

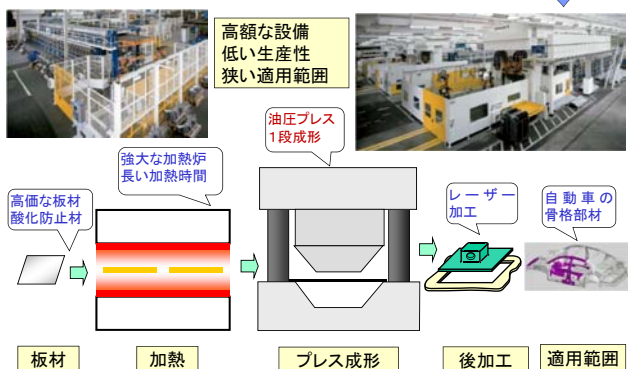


成形性に及ぼすパンチ突出し量の影響



1. ホットスタンピング
2. 急速通電加熱ホットスタンピング
3. サーボプレスを使ったホットスタンピング
4. テーラードダイクエンチ
5. 超高強度鋼中空部材のホットフォーミング
6. 1ショットホットスタンピング
7. 順送ホットスタンピング

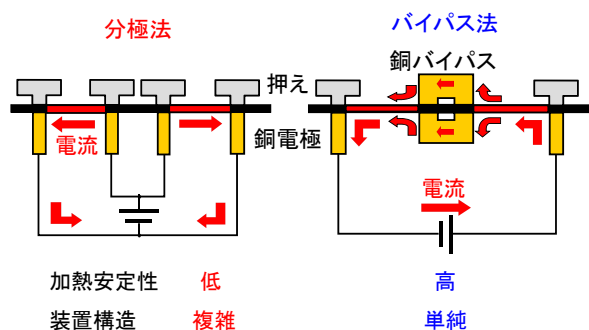
現行熱間プレス成形の問題点



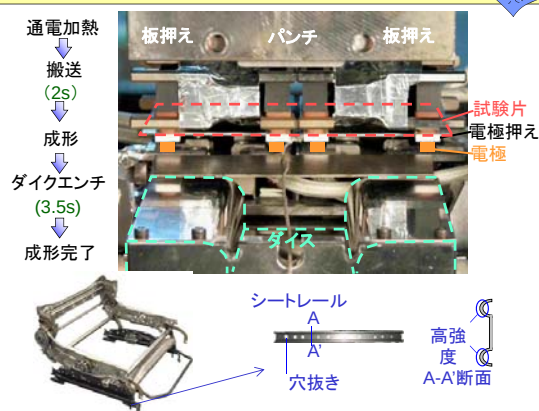
強度分布を有する成形品の テーラードダイクエンチ



局部通電加熱法



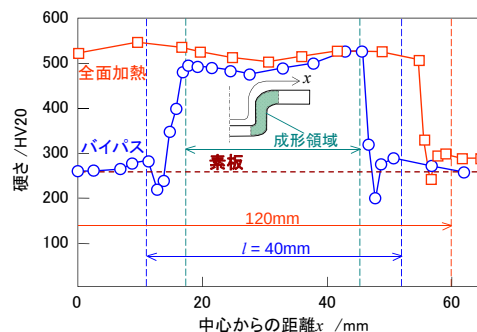
強度分布を持つ成形品



全面加熱と局部加熱ハット曲げ成形品

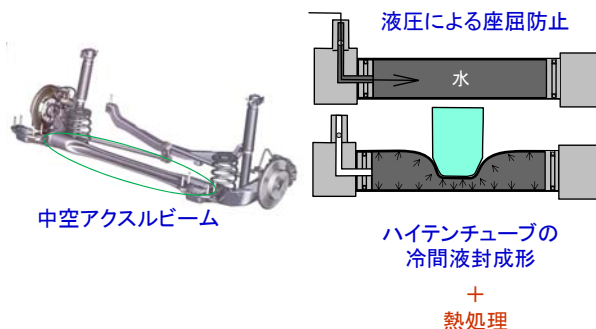


ハット曲げ成形品の長手方向硬さ分布



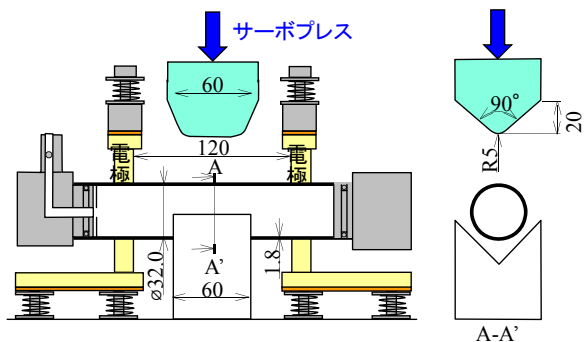
1. ホットスタンピング
2. 急速通電加熱ホットスタンピング
3. サーボプレスを使ったホットスタンピング
4. テーラードダイクエンチ
5. 超高強度鋼中空部材のホットフォーミング
6. 1ショットホットスタンピング
7. 順送ホットスタンピング

ホットチューブフォーミング

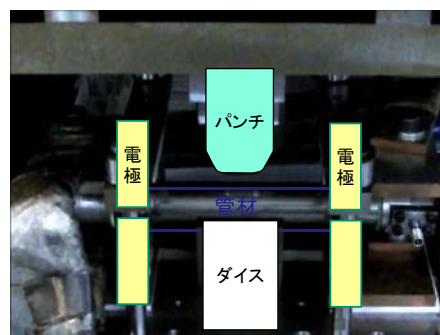


ホットチューブフォーミング

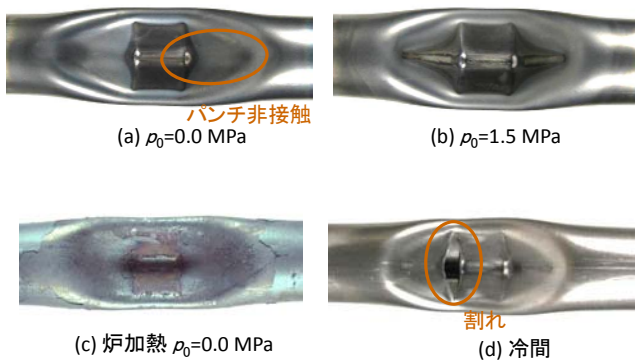
焼入れ用鋼管 直径32mm 肉厚1.8mm
(C:0.19%, Si:0.18%, Mn:1.28%, Cr:0.24%, B:0.0037%)



ホットチューブフォーミング

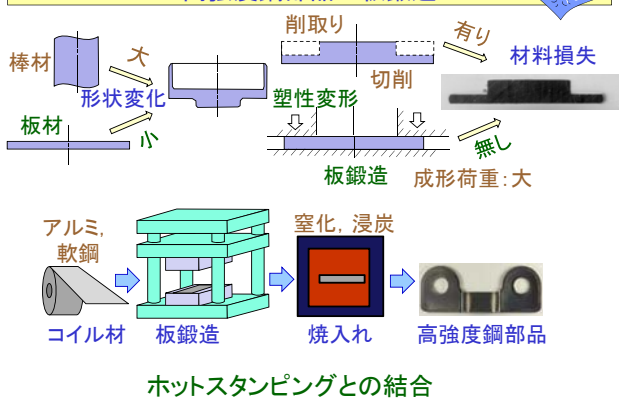


成形された管材

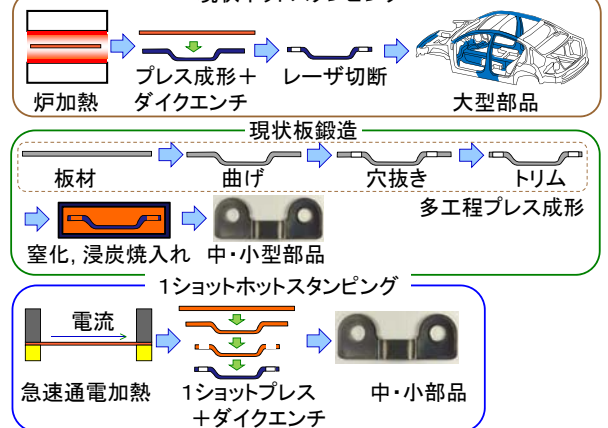


1. ホットスタンピング
2. 急速通電加熱ホットスタンピング
3. サーボプレスを使ったホットスタンピング
4. テーラードダイクエンチ
5. 超高強度鋼中空部材のホットフォーミング
6. 1ショットホットスタンピング
7. 順送ホットスタンピング

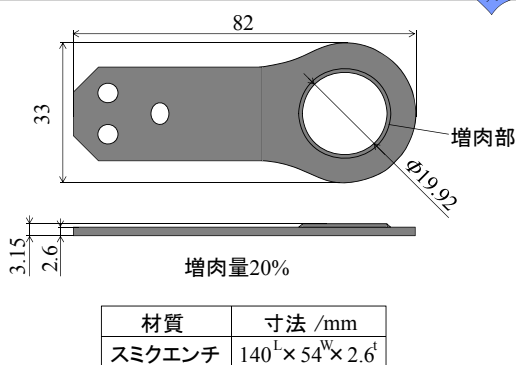
高強度鋼部品の板鍛造



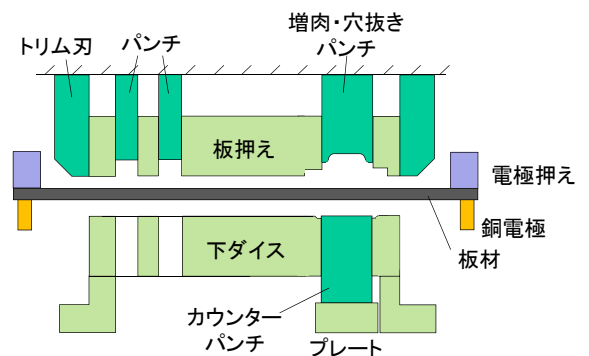
現状ホットスタンピング



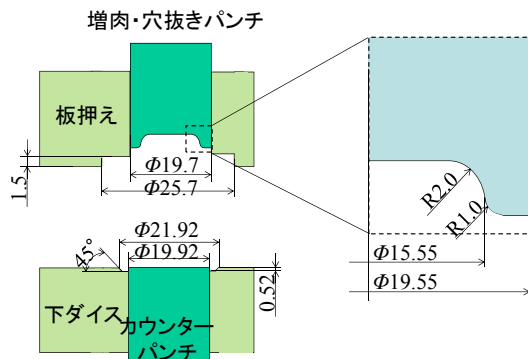
自動車用シート部品寸法



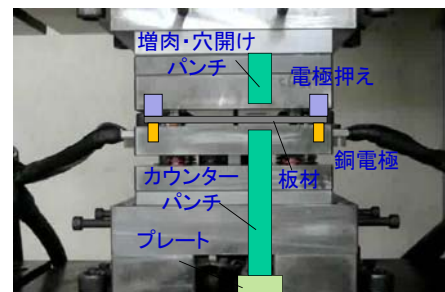
局部増肉1ショットホットスタンピング



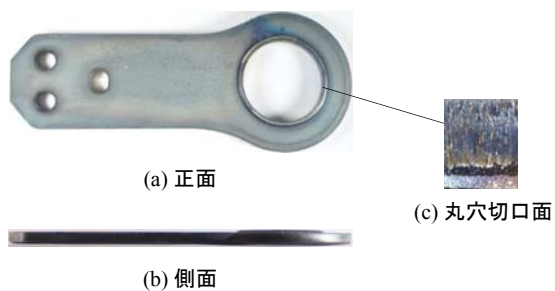
局部増肉1ショットホットスタンピング金型



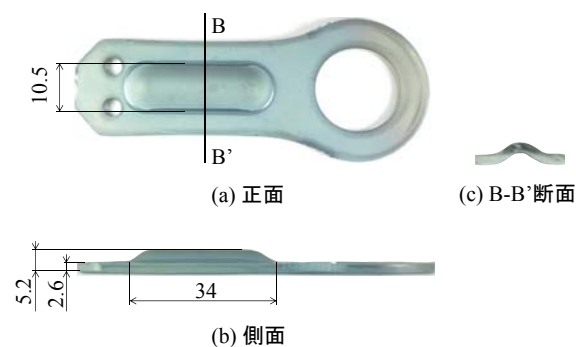
1ショットホットスタンピング



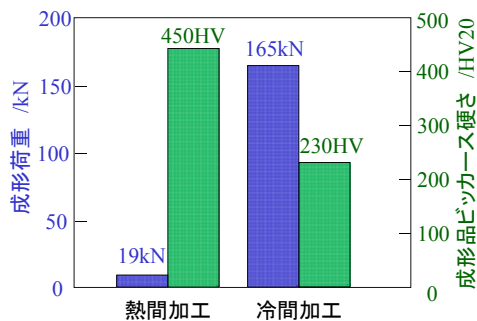
1ショットホットスタンピングされた自動車用シート部品



ホットスタンピングによるビード加工をされた自動車シート用部品



ビード部の成形荷重とビッカース硬さ



1ショットホットスタンピングの特徴

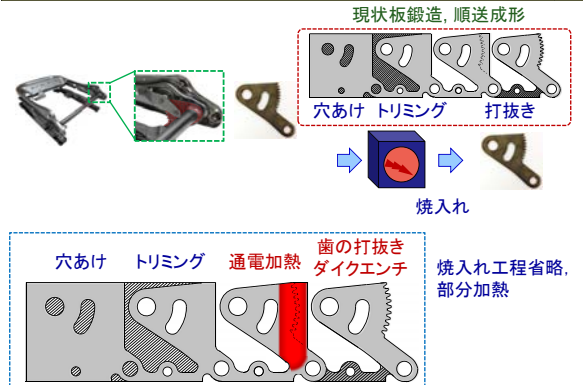
	現状ホットスタンピング	板鍛造	1ショットホットスタンピング
部品サイズ	大型	小型	中・小型
生産性	低	中（焼入れを含む）	高
レーザ切断設備	有	無	無
成形荷重	小	大	小
成形工程数	1工程	多工程	1-2工程
焼入れ工程	無	有	無
肉厚変化	小	小	大

順送加工への適用

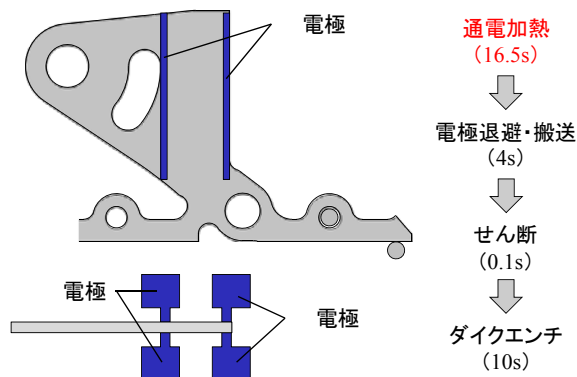


1. ホットスタンピング
2. 急速通電加熱ホットスタンピング
3. サーボプレスを使ったホットスタンピング
4. テーラードダイクエンチ
5. 超高強度鋼中空部材のホットフォーミング
6. 1ショットホットスタンピング
7. 順送ホットスタンピング

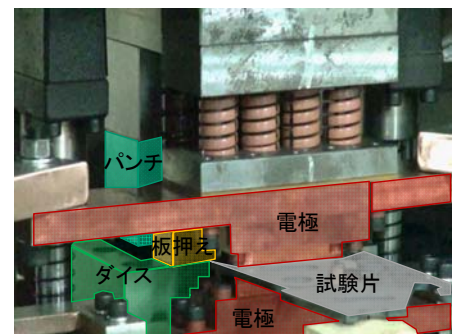
部分通電加熱を用いたギア部品の 順送ホットスタンピング



部分通電加熱打抜き



局部通電加熱打抜き成形動画



成形されたギア部品



(a) 正面図



(b) ギア部

歯先を圧縮した成形品の歯先硬さ分布

