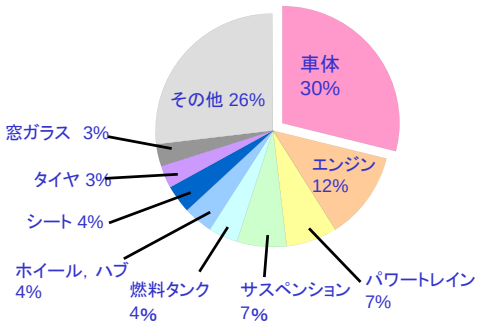
自動車の軽量化と衝突安全性向上のための高張力鋼板のプレス成形技術

豊橋技術科学大学　森謙一郎

1) 高張力鋼板の冷間プレス成形
2) ホットスタンピング

1．高張力鋼板
2．スプリングバック
3．伸びフランジ
4．割れ
5．焼付き
6．しわ
7．ホットスタンピング

自動車の重量構成

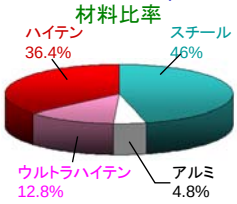


自動車用板材の比較

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

自動車車体への高張力鋼板の適用

スバルレガシィ
材料比率

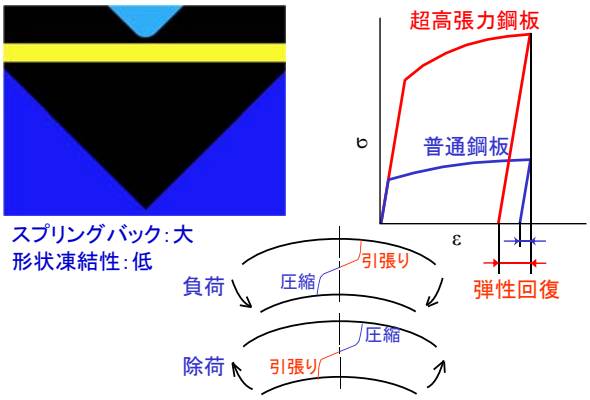


トヨタ クラウン，骨格部材の45%が高張力鋼板

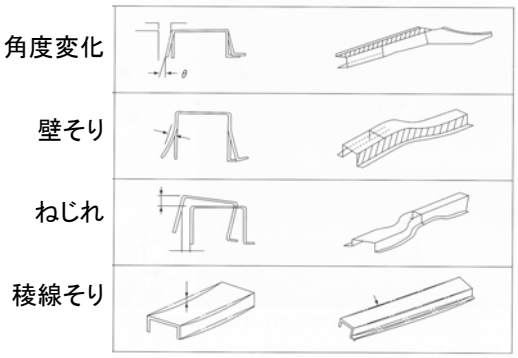
骨格部材：36%

1．高張力鋼板
2．スプリングバック
3．伸びフランジ
4．割れ
5．焼付き
6．しわ
7．ホットスタンピング

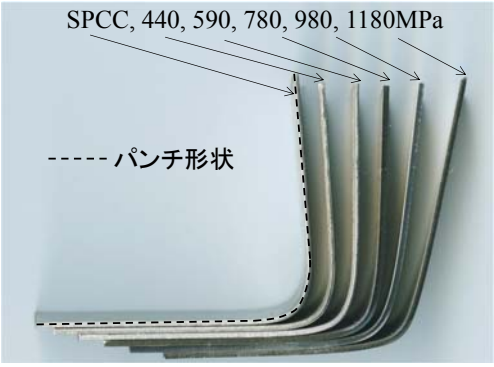
超高張力鋼板のスプリングバック



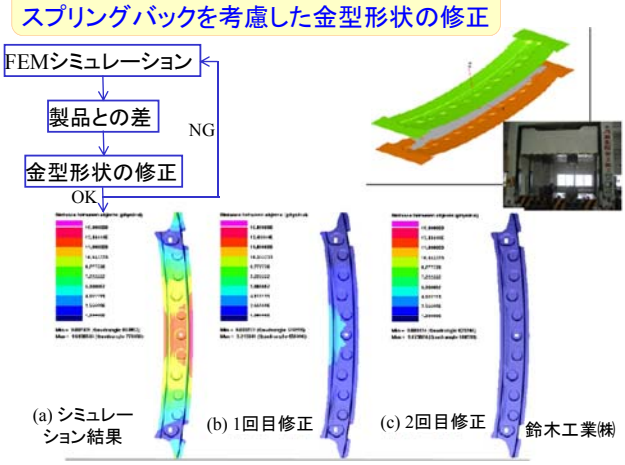
超高張力鋼板の形状凍結性



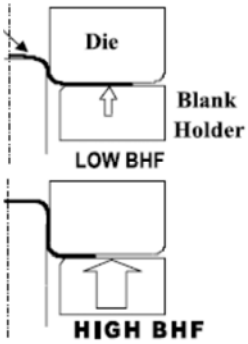
高張力鋼板の曲げにおけるスプリングバック



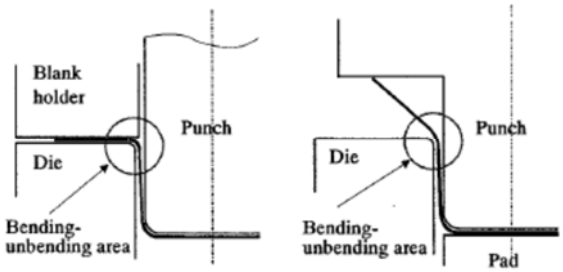
有限要素シミュレーションを用いたスプリングバックを考慮した金型形状の修正



しわ押え力制御によるスプリングバックの防止



フォーム成形によるスプリングバックの防止

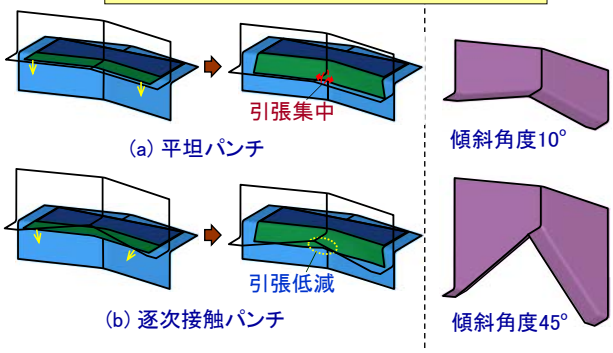


(a) 絞り成形　(b) フォーム成形

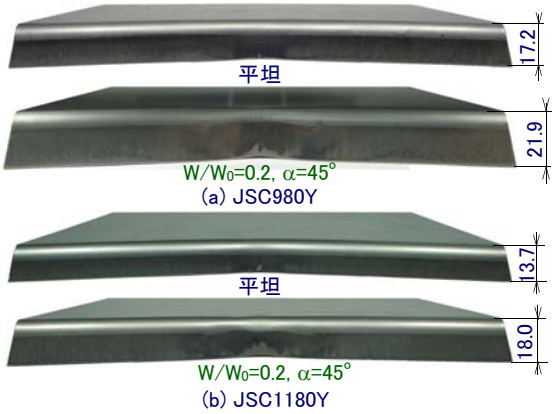
1．高張力鋼板
2．スプリングバック
3．伸びフランジ
4．割れ
5．焼付き
6．しわ
7．ホットスタンピング

プレス成形におけるフランジ割れ

部分逐次接触パンチによる伸びフランジ成形性の向上

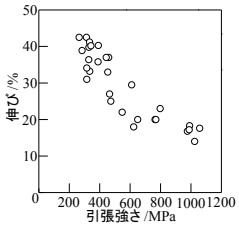


実験における部分逐次接触パンチによる最大製品高さの向上



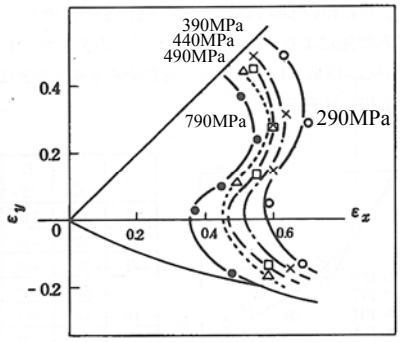
1．高張力鋼板
2．スプリングバック
3．伸びフランジ
4．割れ
5．焼付き
6．しわ
7．ホットスタンピング

各種鋼板の深絞り成形性



(a) 270 MPa, 55 mm　(b) 590 MPa, 40 mm　(c) 980　MPa, 25mm

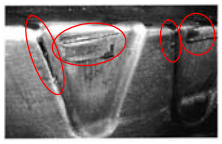
各種鋼板の成形限界線



1．高張力鋼板
2．スプリングバック
3．伸びフランジ
4．割れ
5．焼付き
6．しわ
7．ホットスタンピング

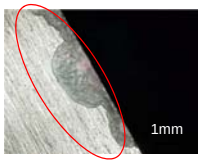
焼付き性

焼付き

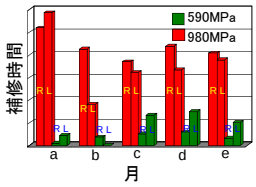


ダイスの肉盛り

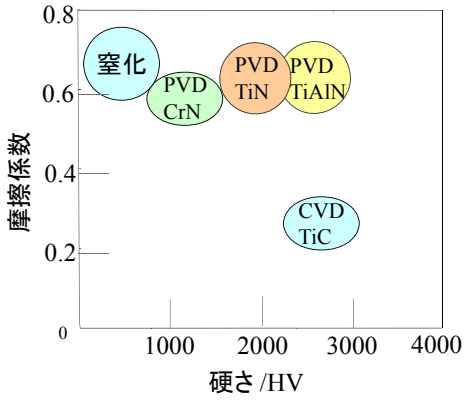
チッピング



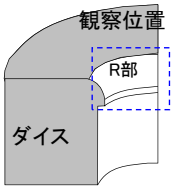
金型補修時間，センターピラー

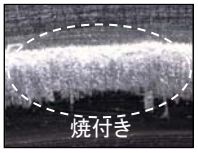


各種コーティングにおける摩擦係数

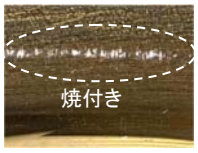


しごき絞り加工後のダイスR部表面性状
（SPFC1180YN，v=8.3mm/s，r=15%）



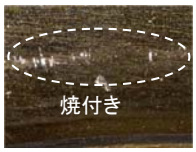


(a) コーティングなし

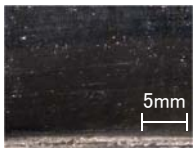


(b) TiN(CVD)

コーティング	平均高さ／μmRa	最大高さ／μmRz
なし	0.03	0.19
TiN(CVD) 2500HV	0.03	0.43
TiN(PVD) 3000HV	0.06	0.84
VC 2700HV	0.02	0.12



(c) TiN(PVD)



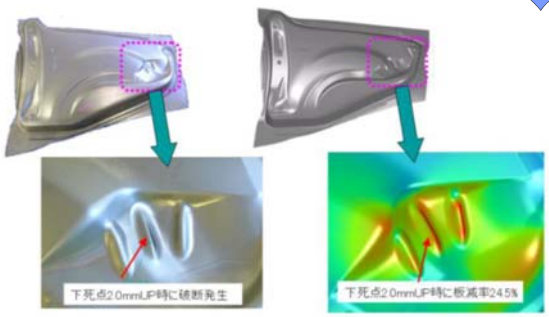
(d) VC

1．高張力鋼板
2．スプリングバック
3．伸びフランジ
4．割れ
5．焼付き
6．しわ
7．ホットスタンピング

各種鋼板のプレス成形におけるしわ

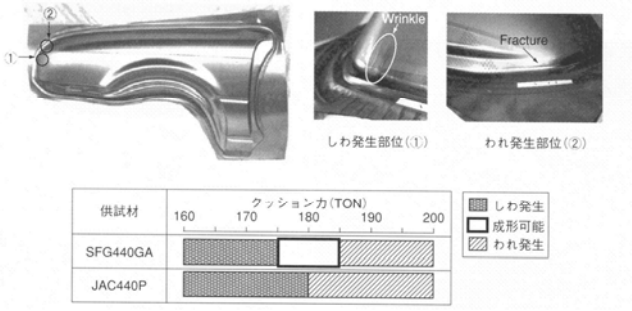
(a) 270 MPa　(b) 590 MPa　(c) 980 MPa

プレス成形におけるしわの予測



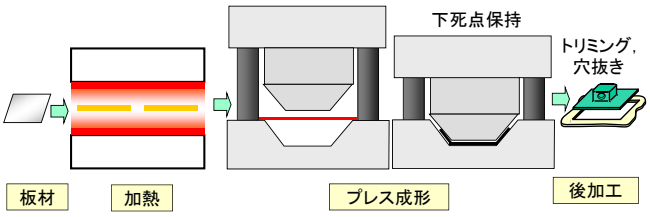
(a) 実験　(b) シミュレーション

しわと割れ

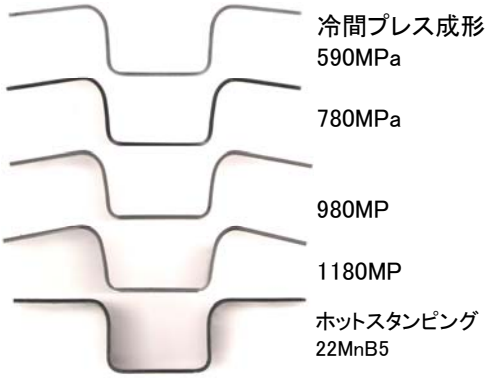


1．高張力鋼板
2．スプリングバック
3．伸びフランジ
4．割れ
5．焼付き
6．しわ
7．ホットスタンピング

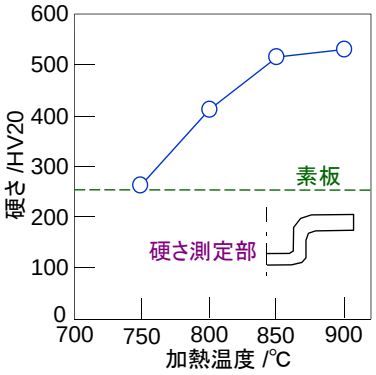
ホットスタンピング



板厚1.2mmにおけるフォーム成形のスプリングバック

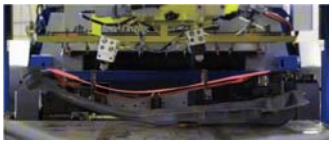


ホットスタンピングにおける ダイクエンチによる硬さの上昇



金型急冷による焼入れ，1.5GPa級

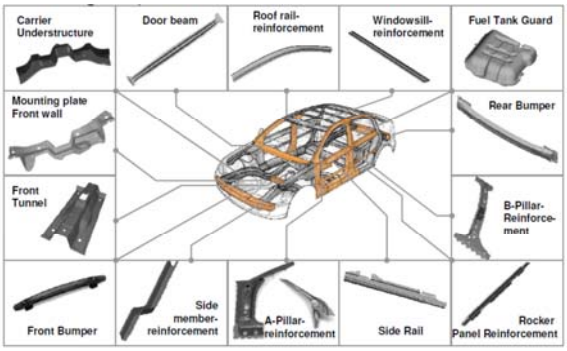
AP&T社のホットスタンピング



フォルクスワーゲン，パサート

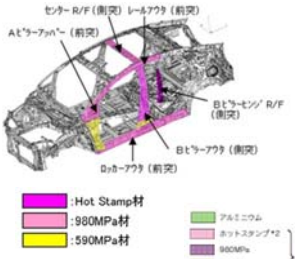
フォルクスワーゲン パサート，骨格部材の16%が熱間プレス成形

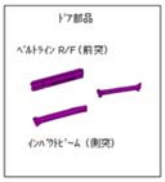
ドイツ　ベンテラー社における ホットスタンピング成形品



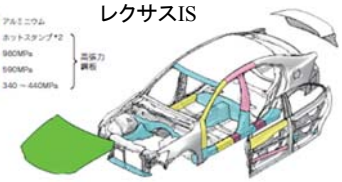
トヨタにおけるホットスタンピングの適用

プリウス（2009年）

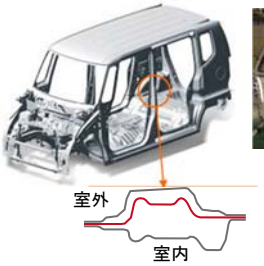




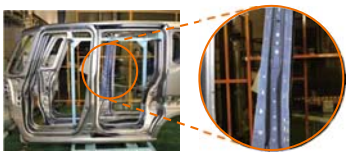
レクサスIS



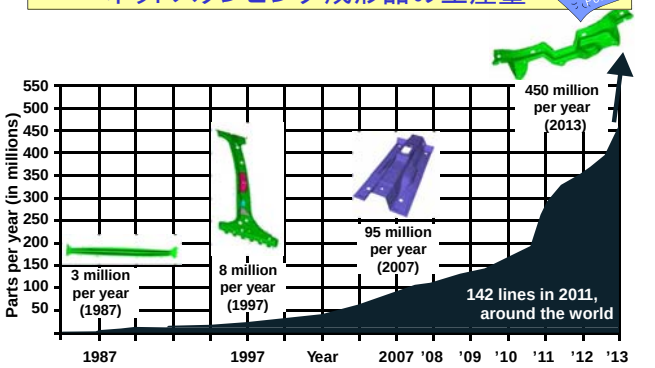
ホンダN BOXのセンターピラー



超高強度スティフナー



ホットスタンピング成形品の生産量

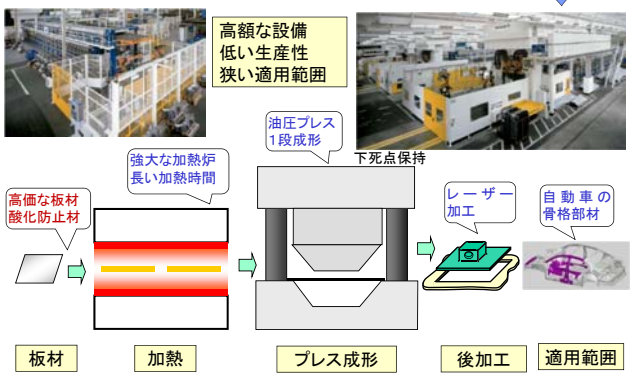


Ref: Hund 2011, Belanger 2011.

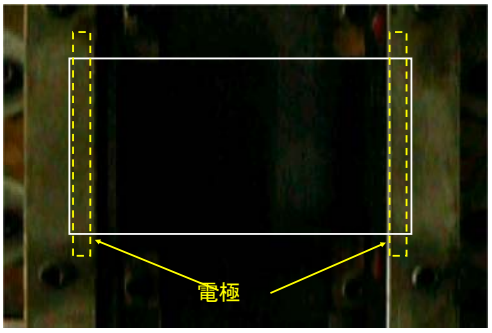
ホットスタンピングの長所

- 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

現行熱間プレス成形の問題点



980 ºCにおける通電加熱ハット曲げ成形

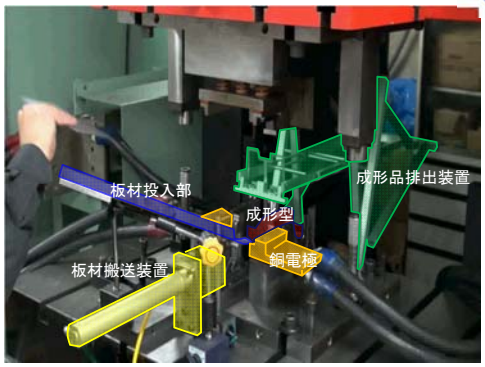


通電加熱ホットスタンピング成形品

(a) 高温炉加熱

(b) 通電加熱

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

日刊工業新聞　Business & Technology　2014年(平成26年)3月28日　金曜日　8

通電加熱ホットスタンピング

来年めど実用機開発

豊橋技科大・アミノ

通電加熱と冷却 連続成形を実現

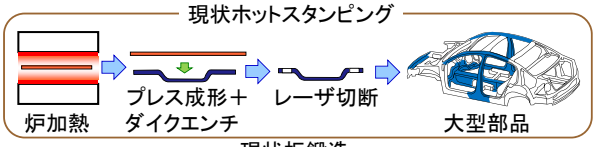
急速加熱

鋼板を高強度化

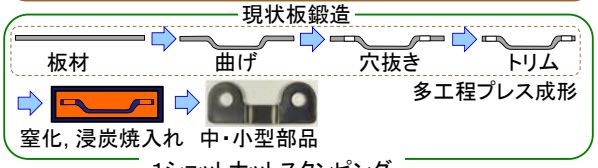
回数を増加

プレス機械メーカーとの共同開発：㈱アミノ

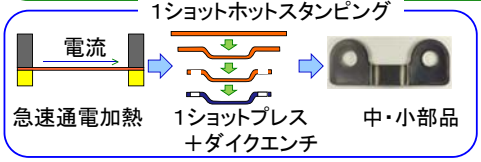
現状ホットスタンピング



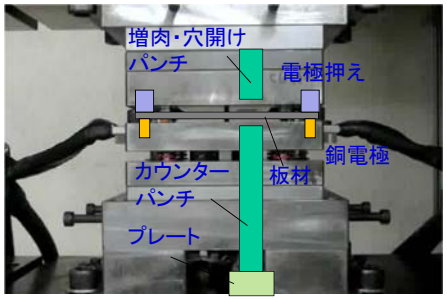
現状板鍛造



1ショットホットスタンピング

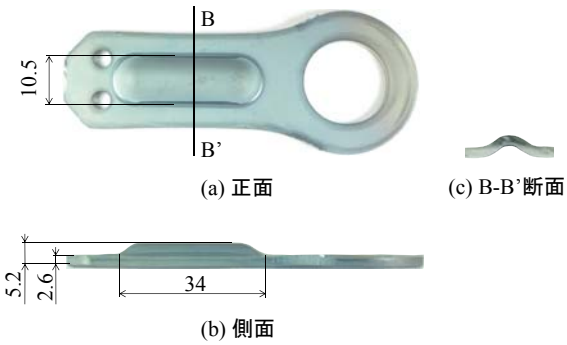


1ショットホットスタンピング



1ショットホットスタンピング

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

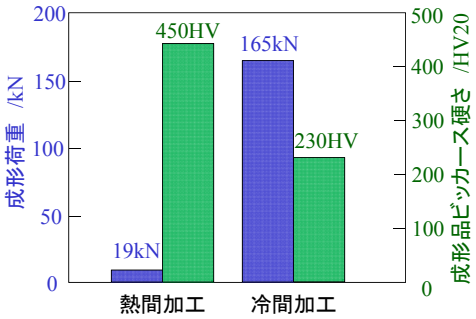


(a) 正面

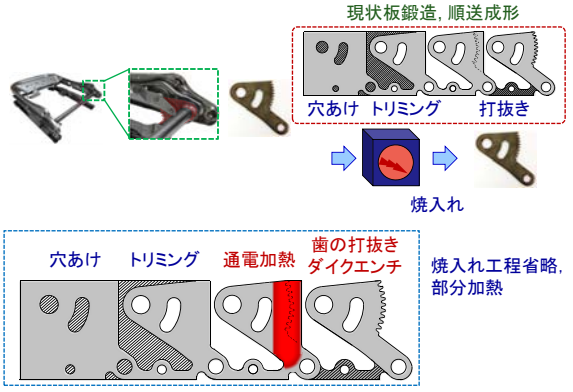
(c) B-B'断面

(b) 側面

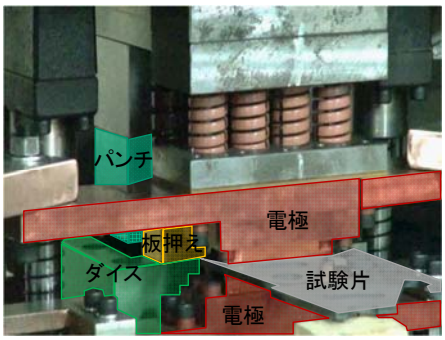
ビード部の成形荷重とビッカース硬さ



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



局部通電加熱打抜き



成形されたギア部品

(a) 正面図

(b) ギア部

スマートホットスタンピングの開発

通電加熱＋サーボプレス

- コンパクトな装置
- 低コスト
- 高生産性

課題：矩形板材，安定加熱，加熱と成形サイクル，金型，冷却，潤滑，後加工，強度と遅れ破壊，酸化防止，チタン，アルミニウム