

金型内急速加熱を用いた超高張力鋼 歯形ドラムの熱間プレス成形法の開発



豊橋技術科学大学 森謙一郎

自動車の軽量化: 100kg軽量: 1km//燃費向上
衝突安全基準の強化

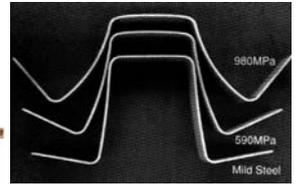
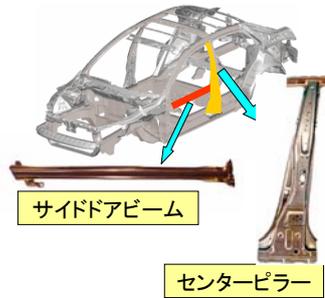
軽量材料
アルミニウム、マグネ、炭素繊維
超高張力鋼板



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



スプリングバック



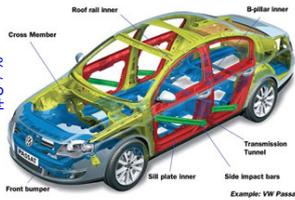
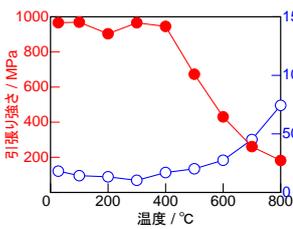
サイドドアビーム

センターピラー

1.2GPa以上の冷間プレスは困難

低い成形性

熱間プレス成形, ホットスタンピング



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

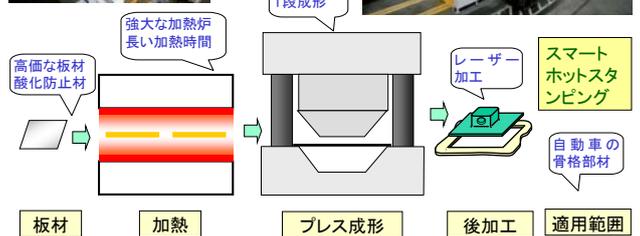
長所

- 成形荷重低下
- スプリングバックなし
- 成形性向上
- 1.5GPa級成形品: 焼入れ

現行熱間プレス成形の問題点



高額な設備
低い生産性
狭い適用範囲



・歯形ドラムの熱間スプライン成形

・通電加熱実験・結果

・スプライン成形実験・結果

・底部接触電極を用いた成形実験・結果



歯形ドラムのプレス成形



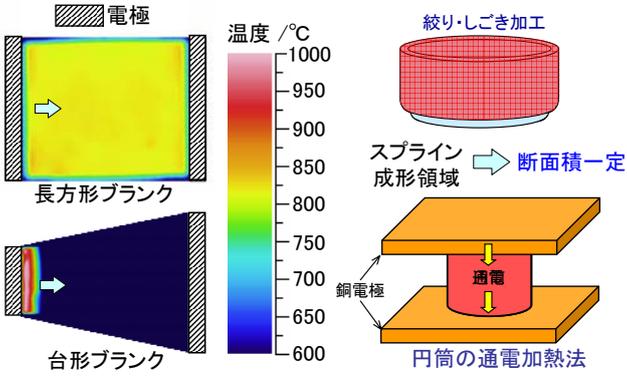
高張力鋼板

冷間加工
加工荷重: 大, 延性: 低

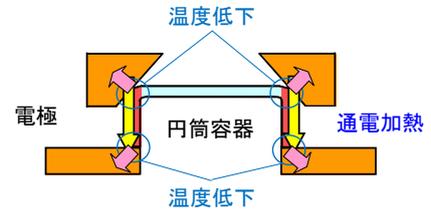
熱間加工
加工荷重小, 延性高
成形精度向上

通電加熱の適用
急速加熱: スケール抑制
エネルギー効率: 高い

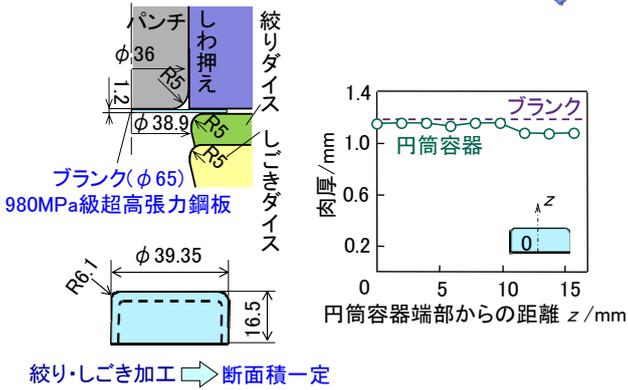
円筒端部からの給電による通電加熱



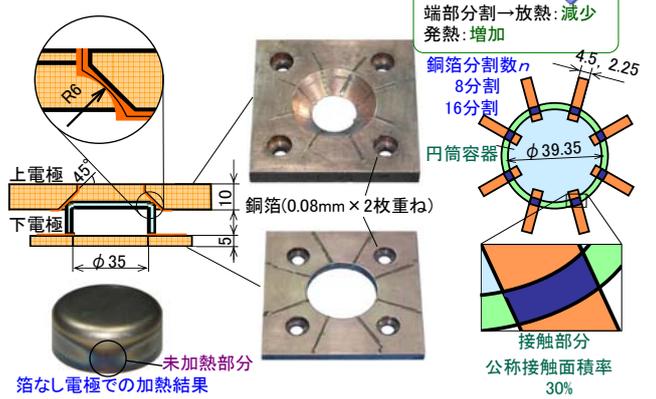
側壁の通電加熱



円筒容器の形状



通電加熱に用いた電極形状

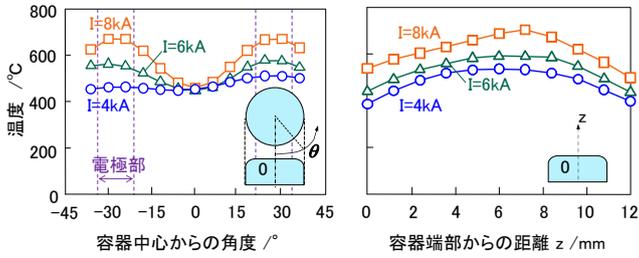


- ・歯形ドラムの熱間スプライン成形
- ・通電加熱実験・結果
- ・スプライン成形実験・結果
- ・底部接触電極を用いた成形実験・結果

通電加熱実験の様子 (I=6kA, n=16分割)



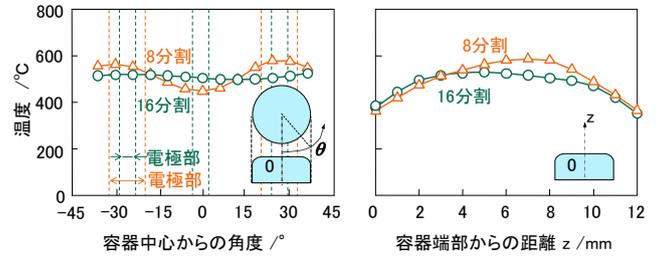
加熱温度に及ぼす電流値の影響 ($Q=20\text{kJ}$, $n=8$ 分割)



(a) 円周方向温度分布

(b) 軸方向温度分布

加熱温度に及ぼす銅箔分割数の影響 ($Q=20\text{kJ}$, $I=6\text{kA}$)



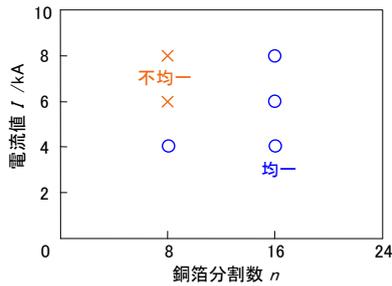
(a) 円周方向温度分布

(b) 軸方向温度分布

加熱状態に及ぼす銅箔分割数の影響 ($Q=20\text{kJ}$)



最高温度と最低温度の差
100°C以内 → 均一



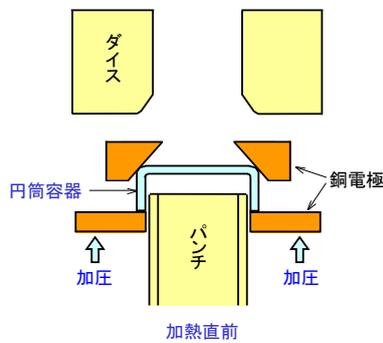
・歯形ドラムの熱間スプライン成形

・通電加熱実験・結果

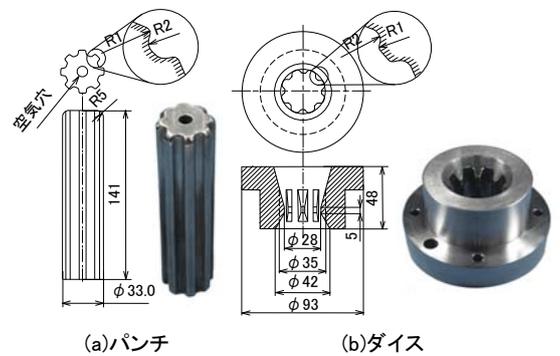
・スプライン成形実験・結果

・底部接触電極を用いた成形実験・結果

通電加熱を用いたスプライン成形プロセス



スプライン成形に用いた工具形状



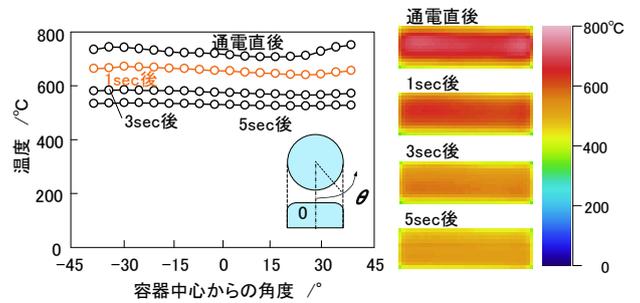
(a) パンチ

(b) ダイス

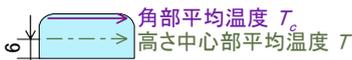
通電加熱を用いたスプライン成形の様子



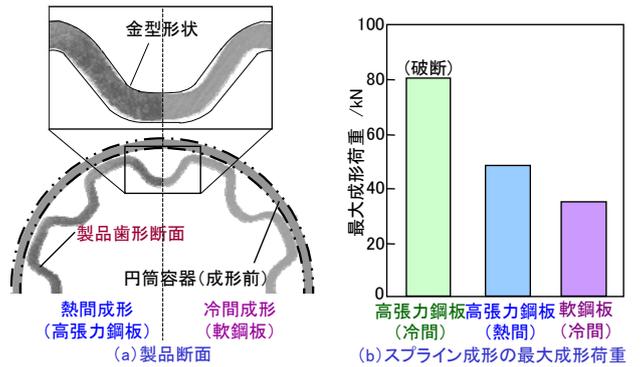
経過時間と円周方向温度分布の関係 ($Q=25\text{kJ}$, $I=6\text{kA}$, $n=16$ 分割)



成形結果に及ぼす加熱温度の影響

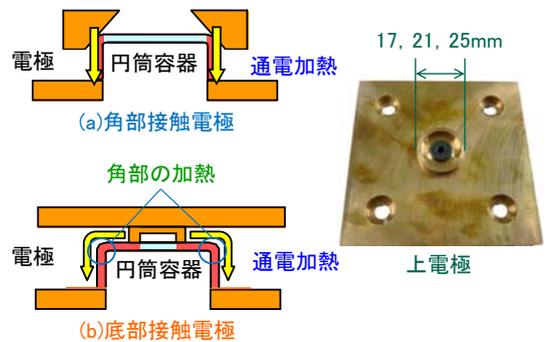


スプライン成形後の高張力鋼容器断面

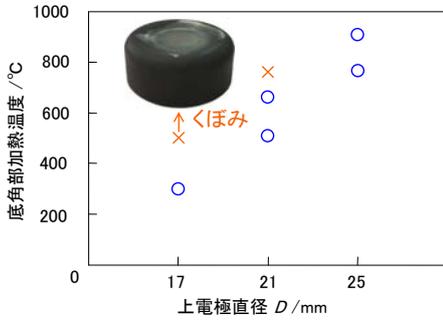


- ・歯形ドラムの熱間スプライン成形
- ・通電加熱実験・結果
- ・スプライン成形実験・結果
- ・底部接触電極を用いた成形実験・結果

底部接触電極形状



底部くぼみに及ぼす上電極直径の影響



底部接触電極を用いた通電加熱の様子 (Q=25kJ)

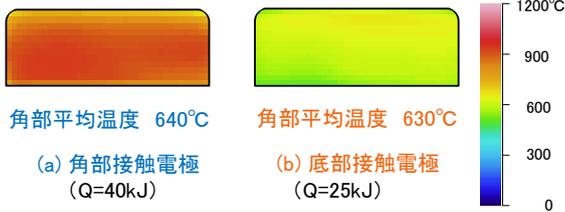


(a) 角部接触電極

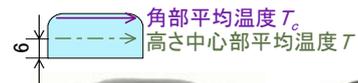


(b) 底部接触電極

温度分布に及ぼす電極形状の影響



底部接触電極を用いたスプライン成形結果

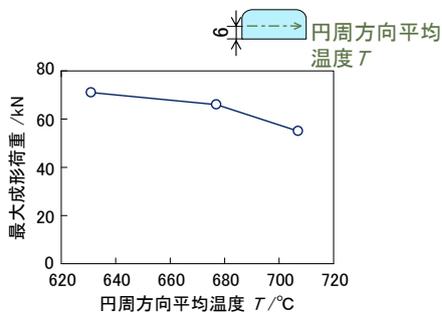


$T_c=640^\circ\text{C}$
 $T=960^\circ\text{C}$
(a) 角部接触電極

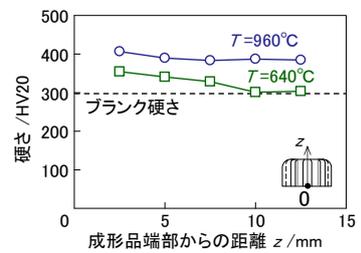


$T_c=630^\circ\text{C}$
 $T=640^\circ\text{C}$
(b) 底部接触電極

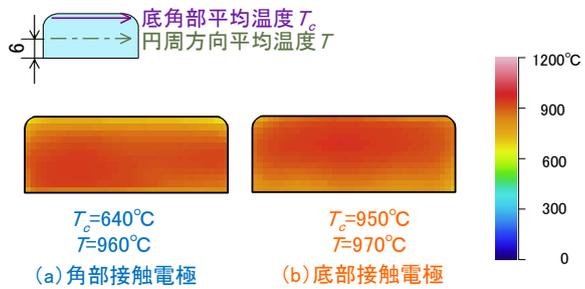
最大成形荷重と円周方向平均温度の関係



成形品硬さ分布に及ぼす加熱温度の影響



底角部加熱温度に及ぼす電極形状の影響



まとめ

- 1) 底部接触上電極を用いることによって角部と側壁部を均一に加熱でき、 700°C 以下でもスプライン成形を行うことができた。
- 2) 底部接触電極の直径を変えることによって、加熱時の容器底部のくぼみを防止することができた。
- 3) 900°C に加熱することによって、ダイクエンチ効果が得られて $400\text{HV}20$ 程度の硬さを有する成形品が得られた。

今後:ホットスタンピング鋼板を使ってダイクエンチを行う。