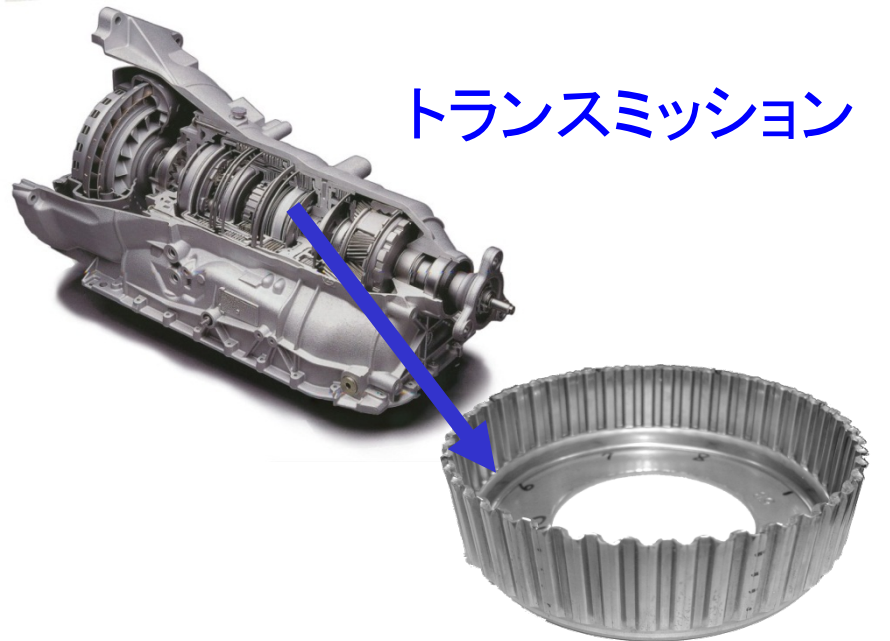


26 電極接触の最適化によって均一通電加熱された 超高張力鋼容器の温・熱間スプライン成形



極限成形システム研究室 中本 昌平

高張力鋼板



トランスミッション

自動車用歯形部品

冷間加工
加工荷重大, 延性低

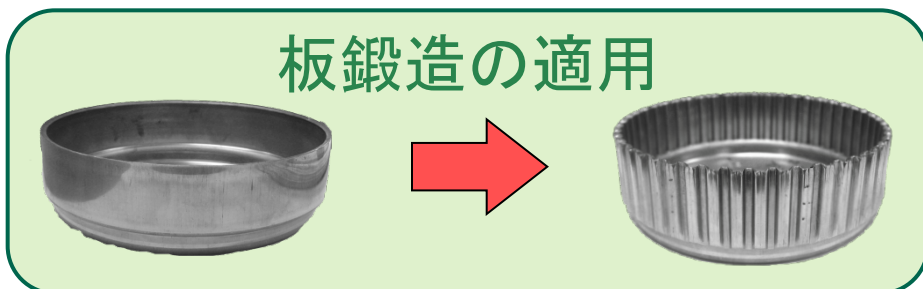


熱間加工
加工荷重小, 延性高

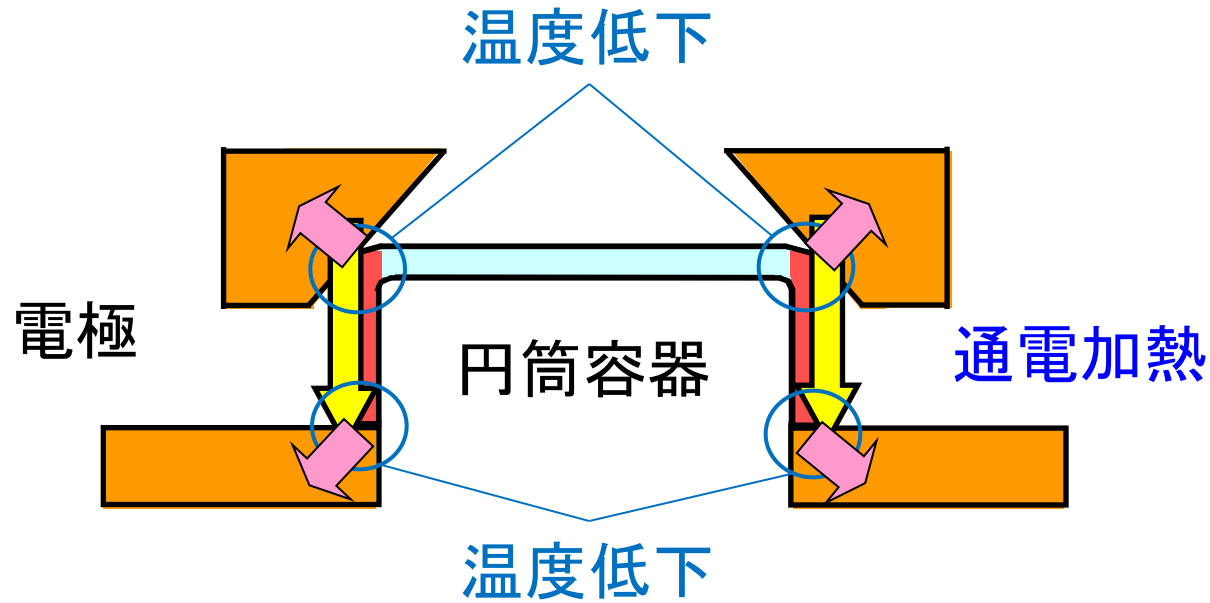
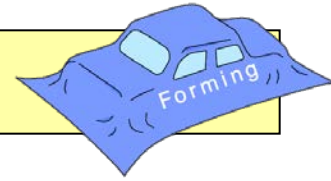
炉加熱
加熱時間遅 → スケール発生



通電加熱
加熱時間速 → スケール抑制



研究目的



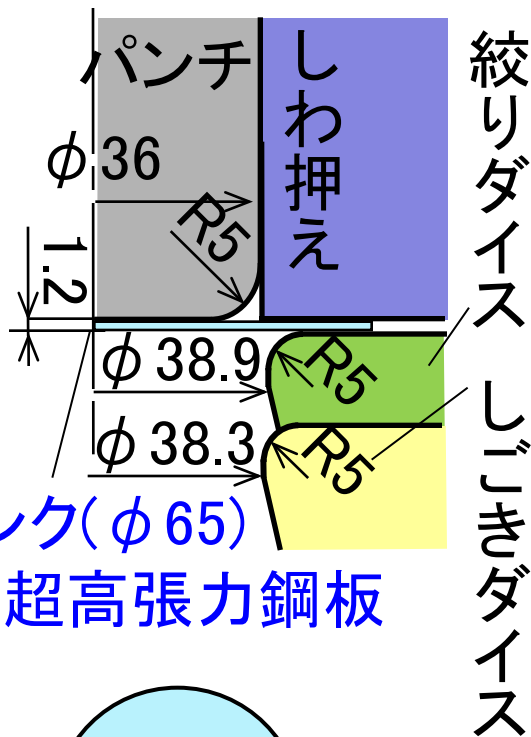
容器の加熱温度を均一化し、スプライン成形を行う



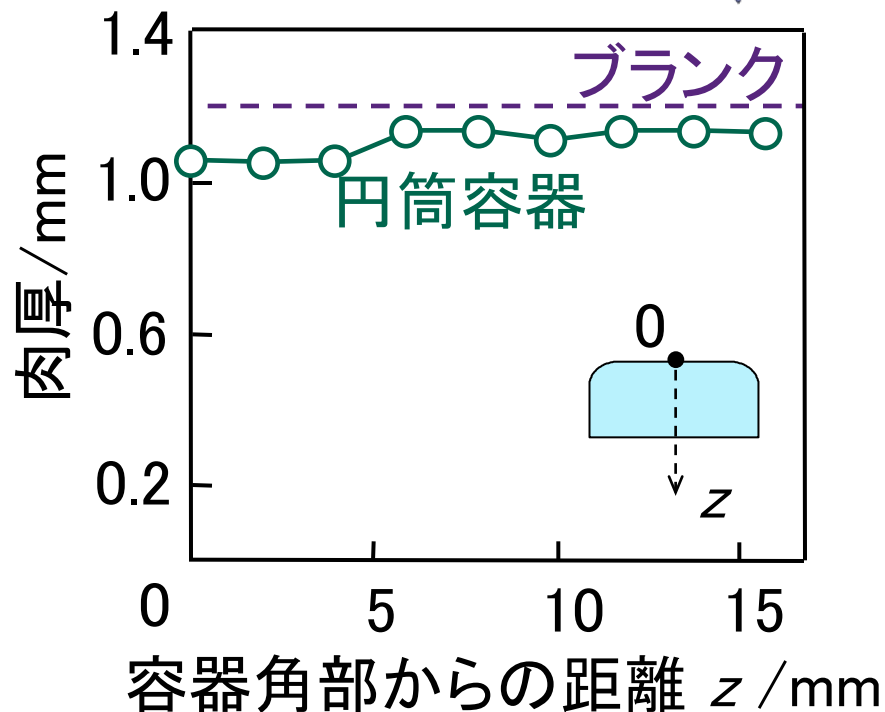
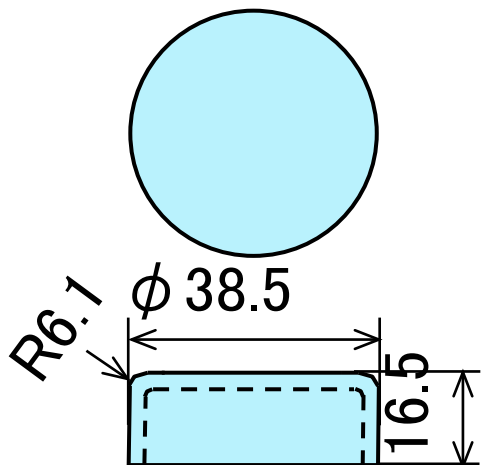
・スプライン成形実験方法

- ・銅箔を用いた容器加熱温度の均一化
- ・底部接触電極を用いた容器加熱温度の均一化
- ・ダイクエンチを用いた高強度部品の成形

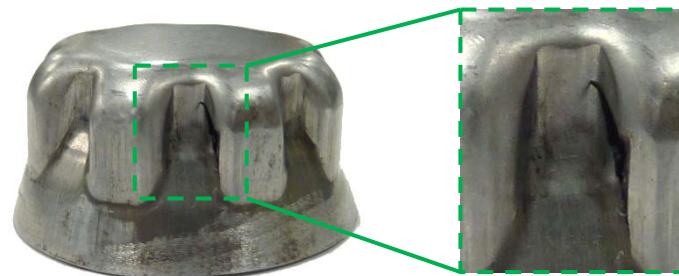
円筒容器の形状



980MPa級超高張力鋼板
 ブランク($\phi 65$)



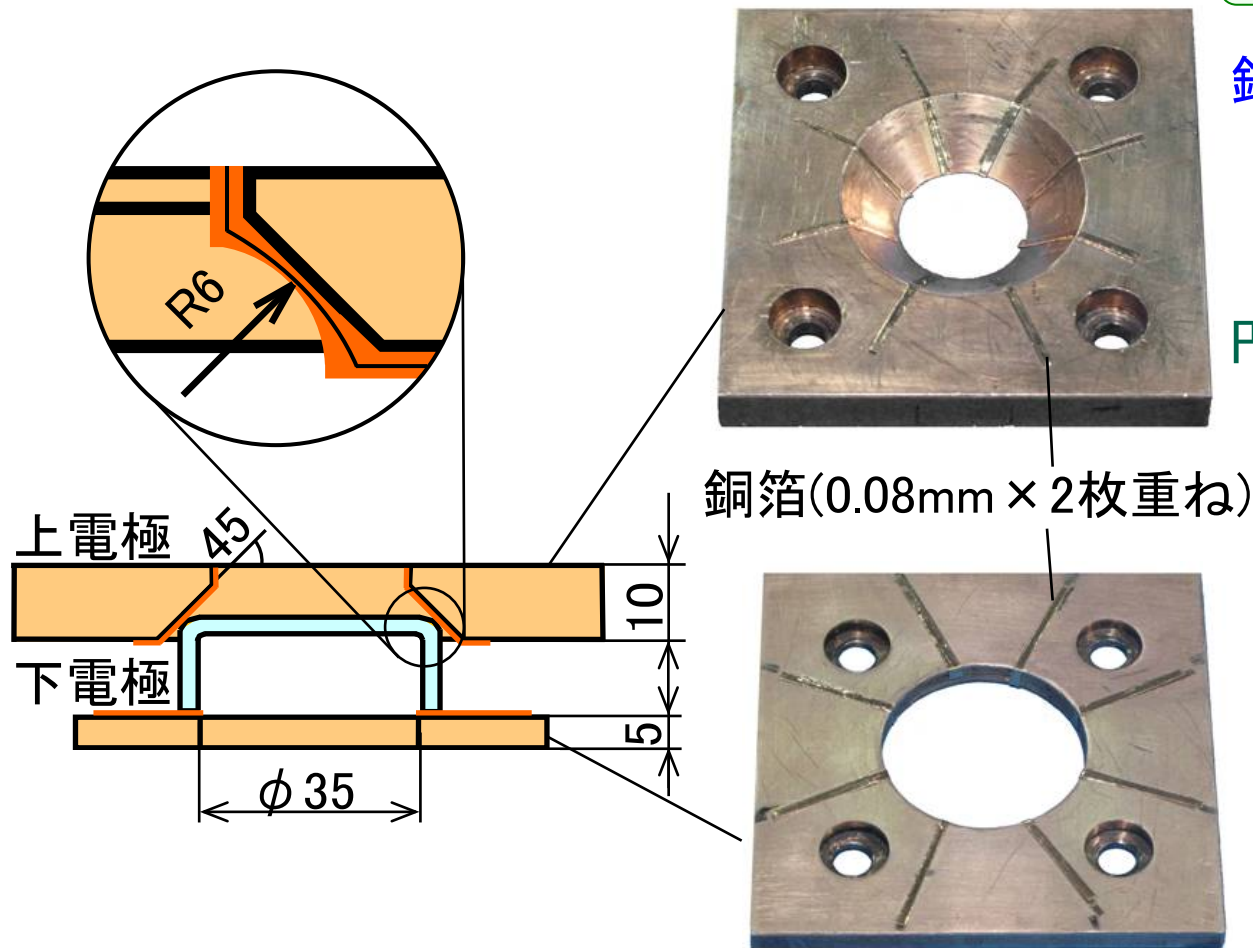
絞リ・しごき加工 → 断面積一定



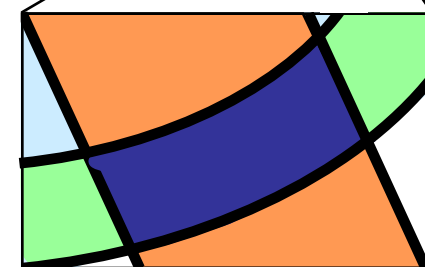
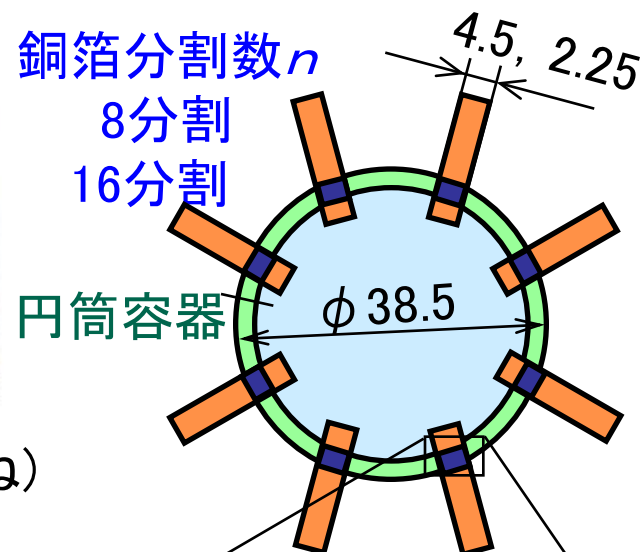
通電加熱に用いた電極形状



端部分割 → 放熱: 減少



銅箔分割数 n
8分割
16分割

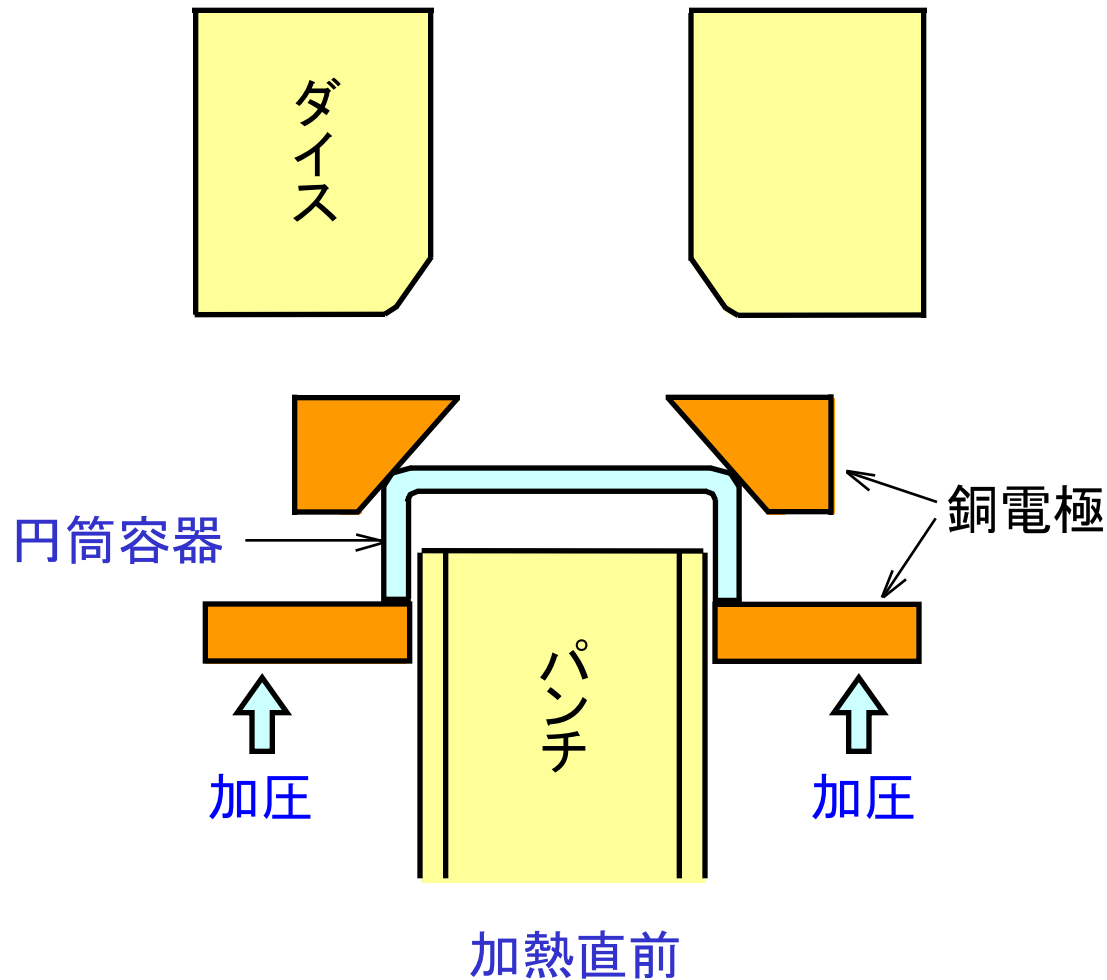


接触部分

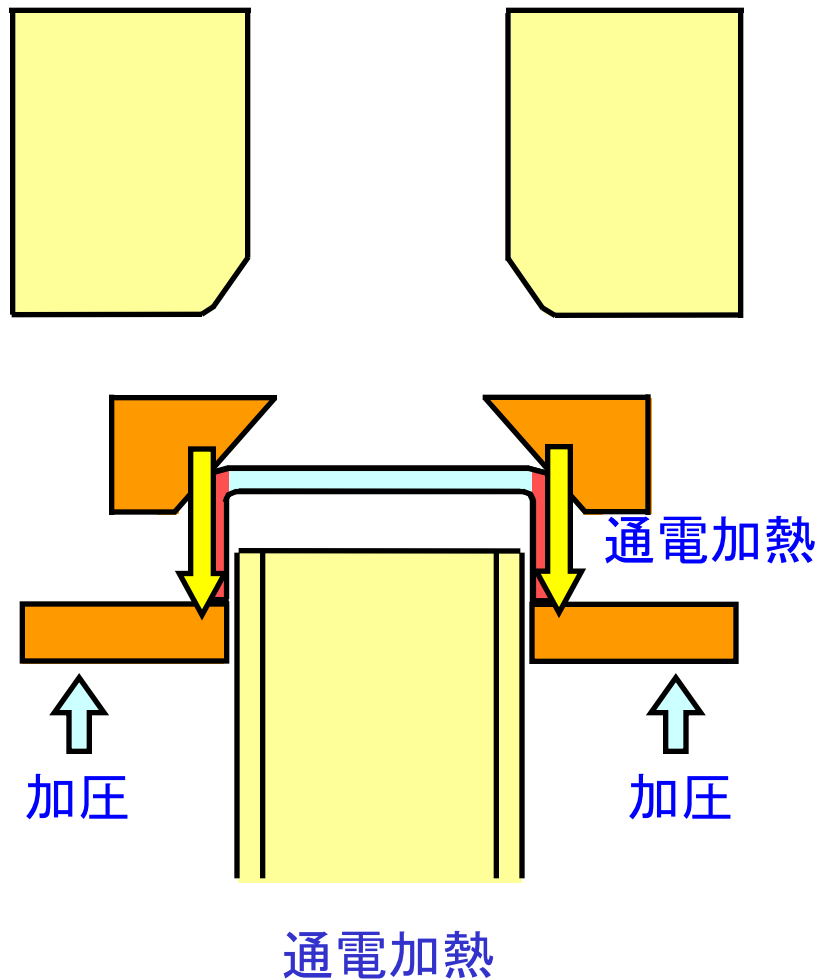
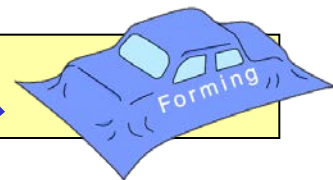
接触面積率 c

30%

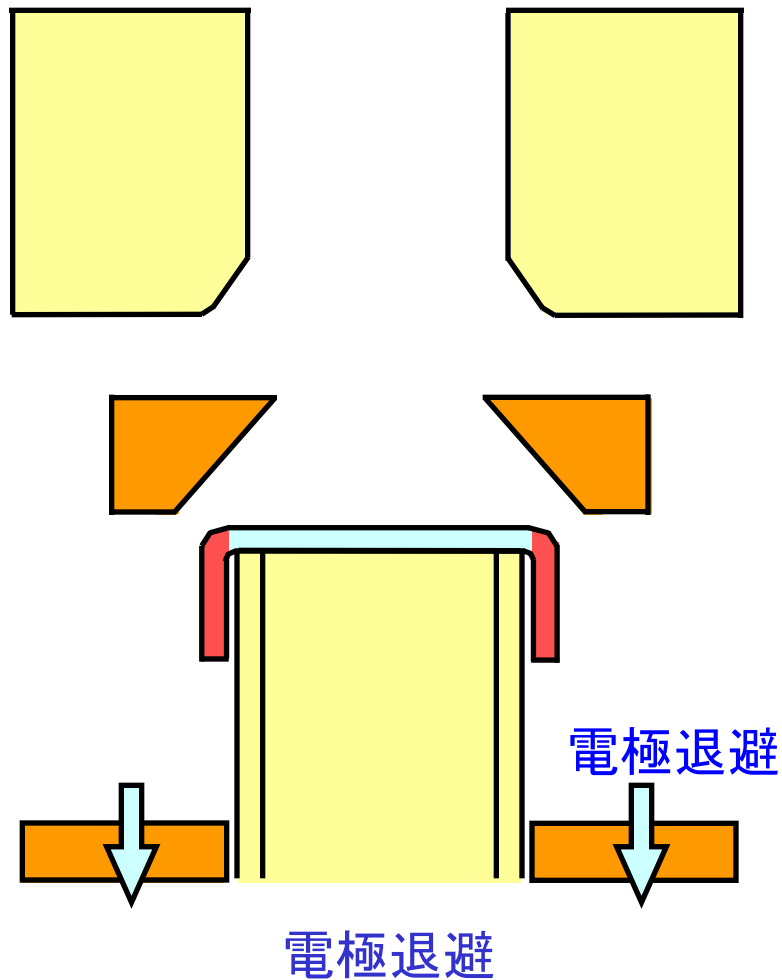
通電加熱を用いたスプライン成形プロセス



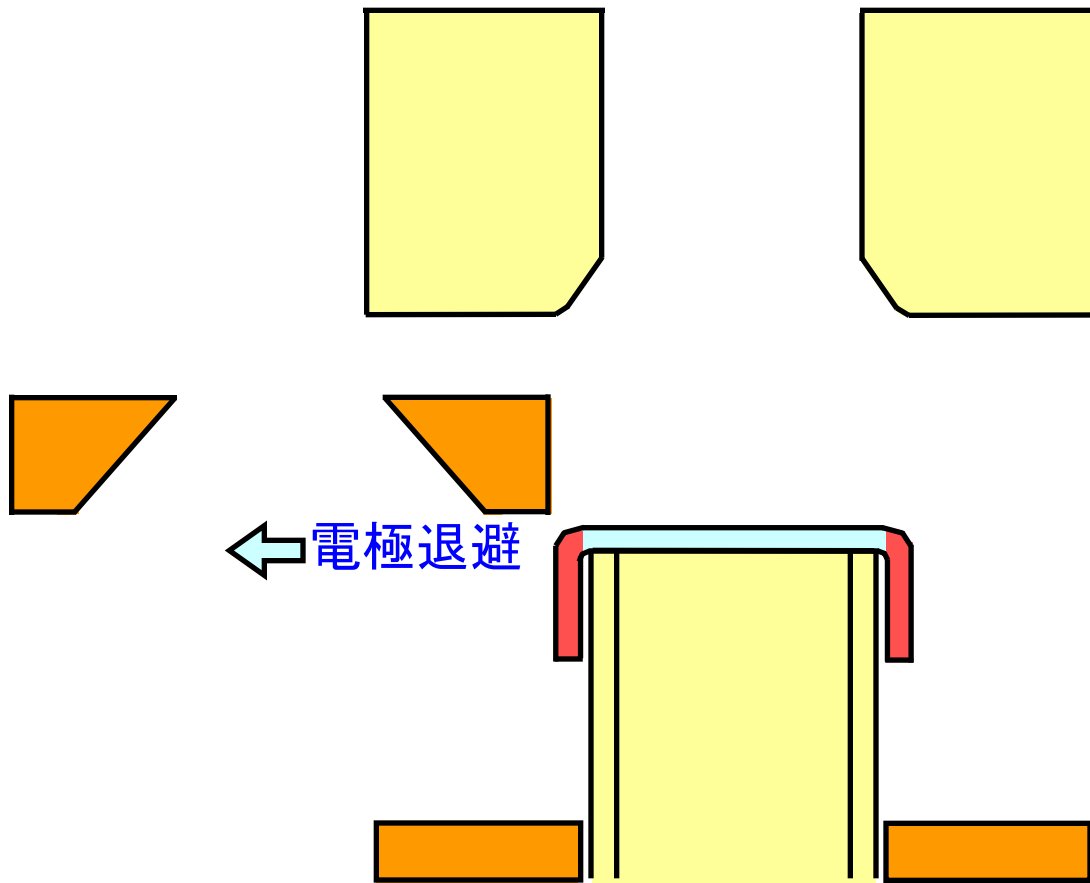
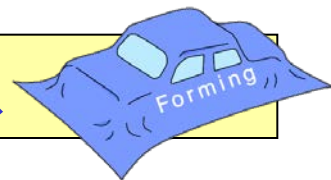
通電加熱を用いたスプライン成形プロセス



通電加熱を用いたスプライン成形プロセス



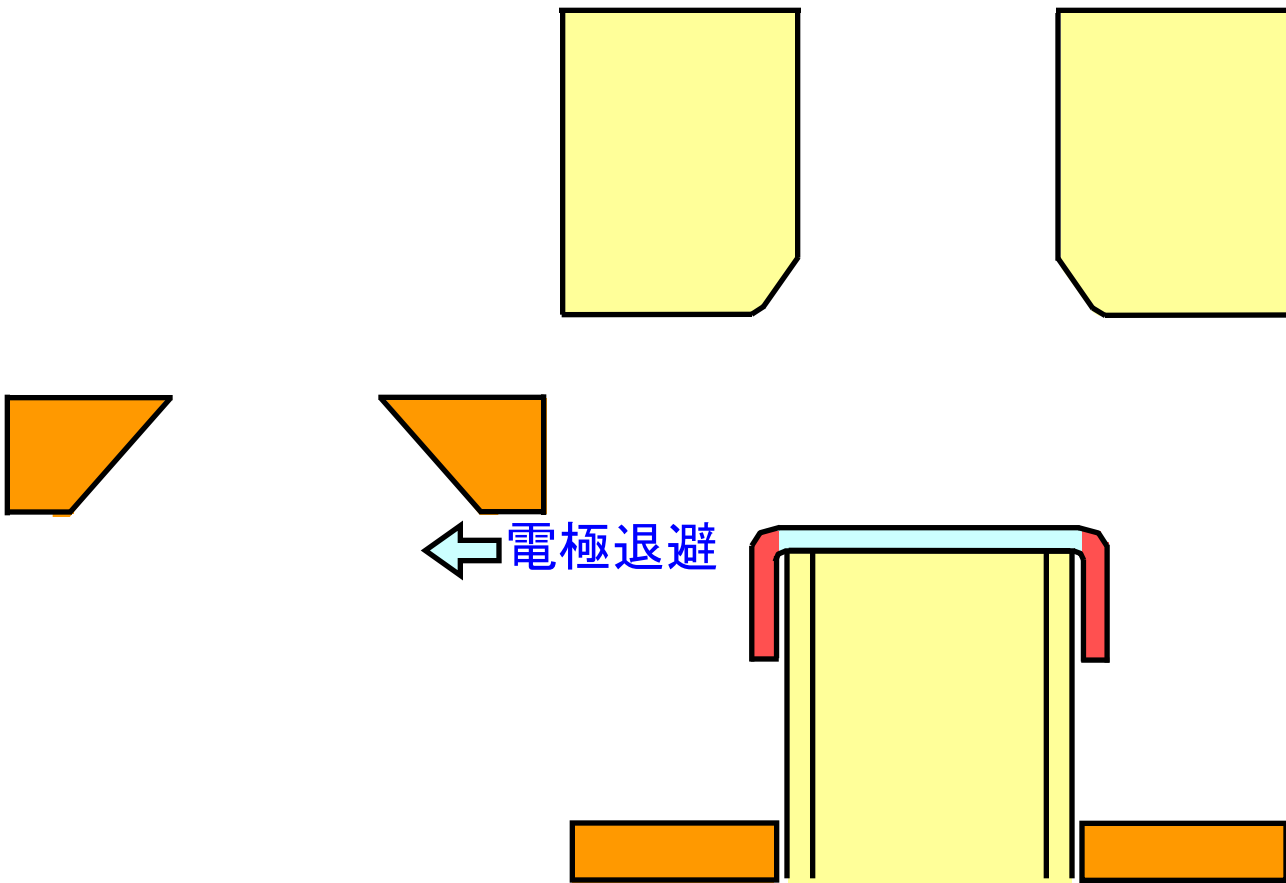
通電加熱を用いたスプライン成形プロセス



← 電極退避

電極退避

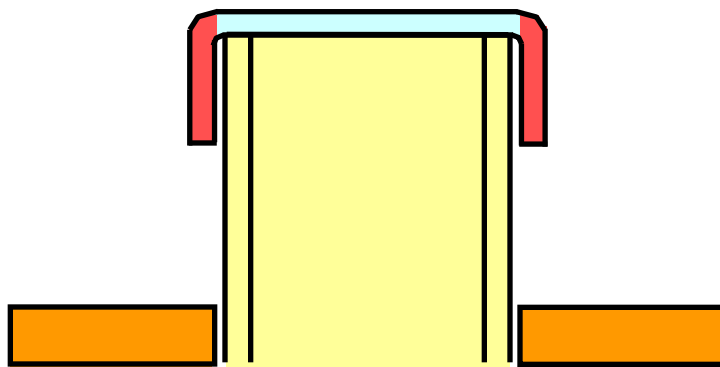
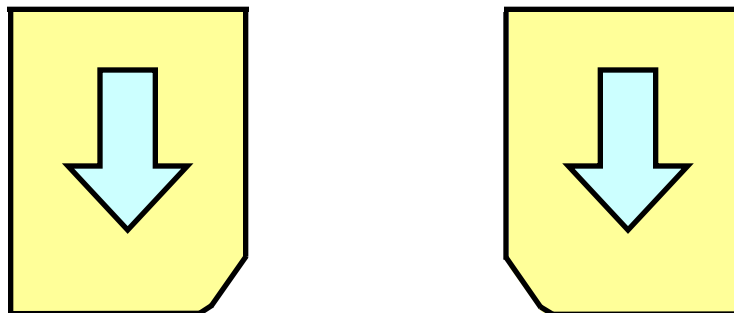
通電加熱を用いたスプライン成形プロセス



←電極退避

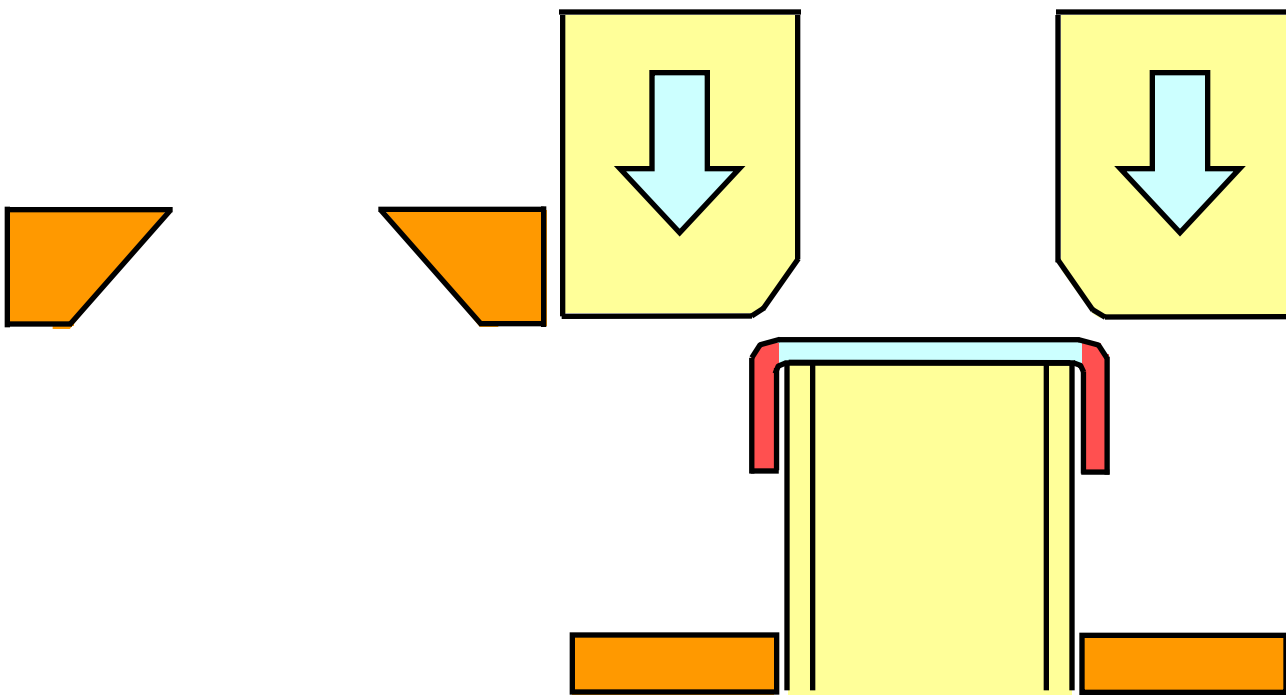
電極退避

通電加熱を用いたスプライン成形プロセス



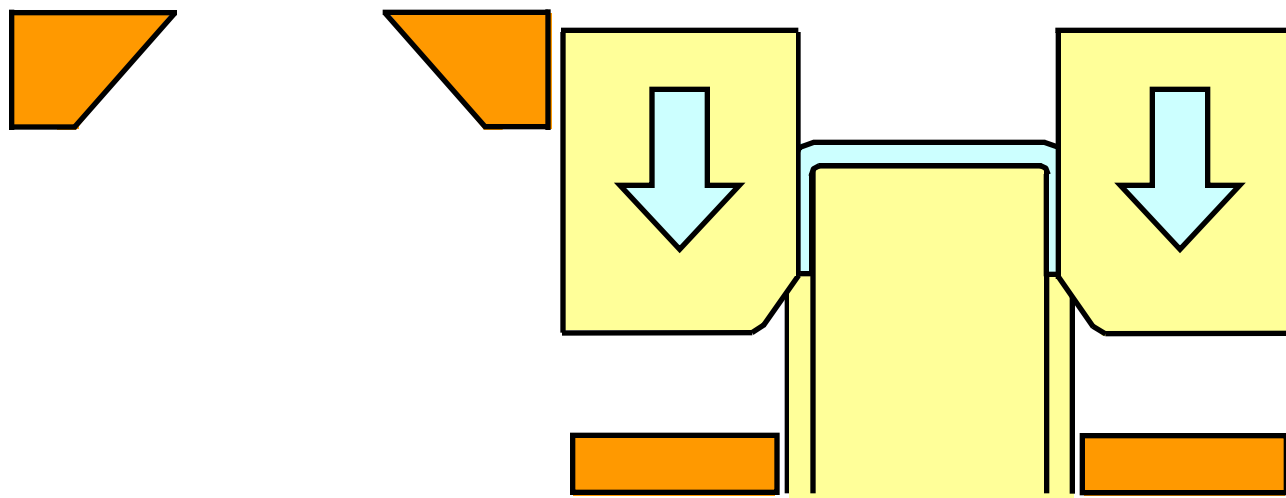
ダイス下降

通電加熱を用いたスプライン成形プロセス



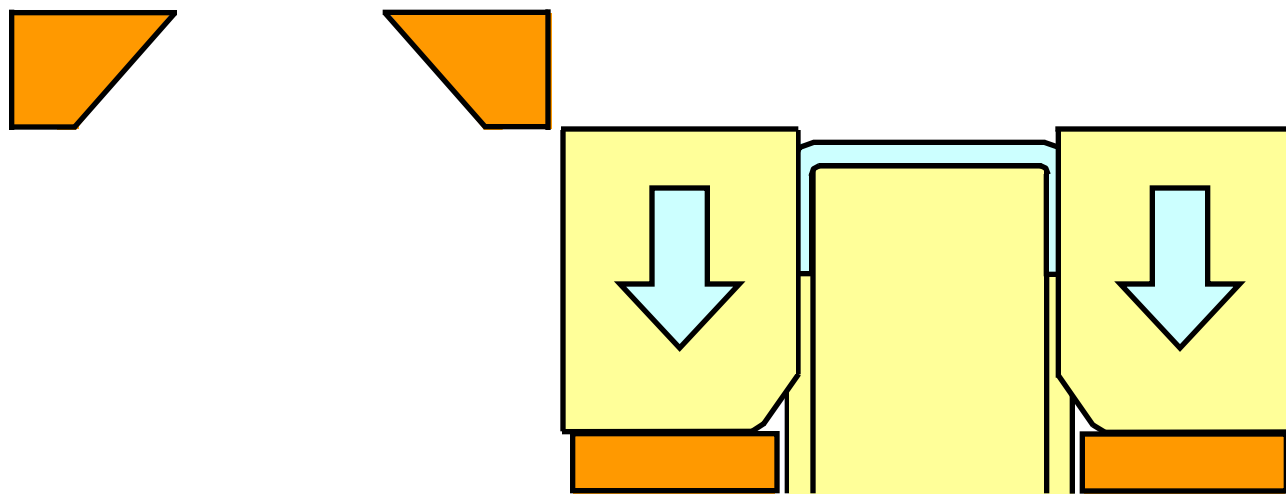
ダイス下降

通電加熱を用いたスプライン成形プロセス



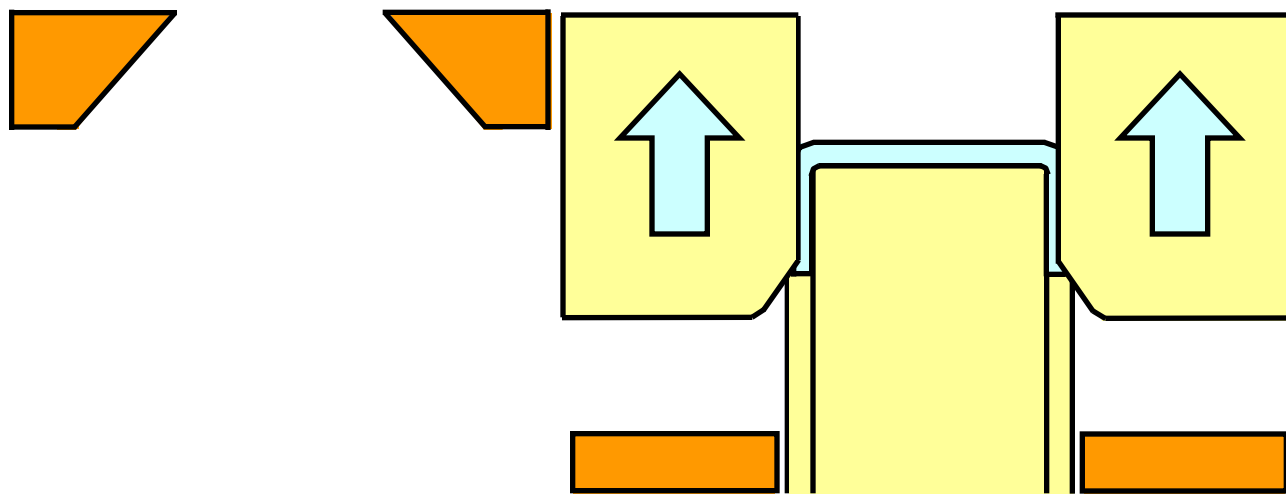
ダイス下降

通電加熱を用いたスプライン成形プロセス



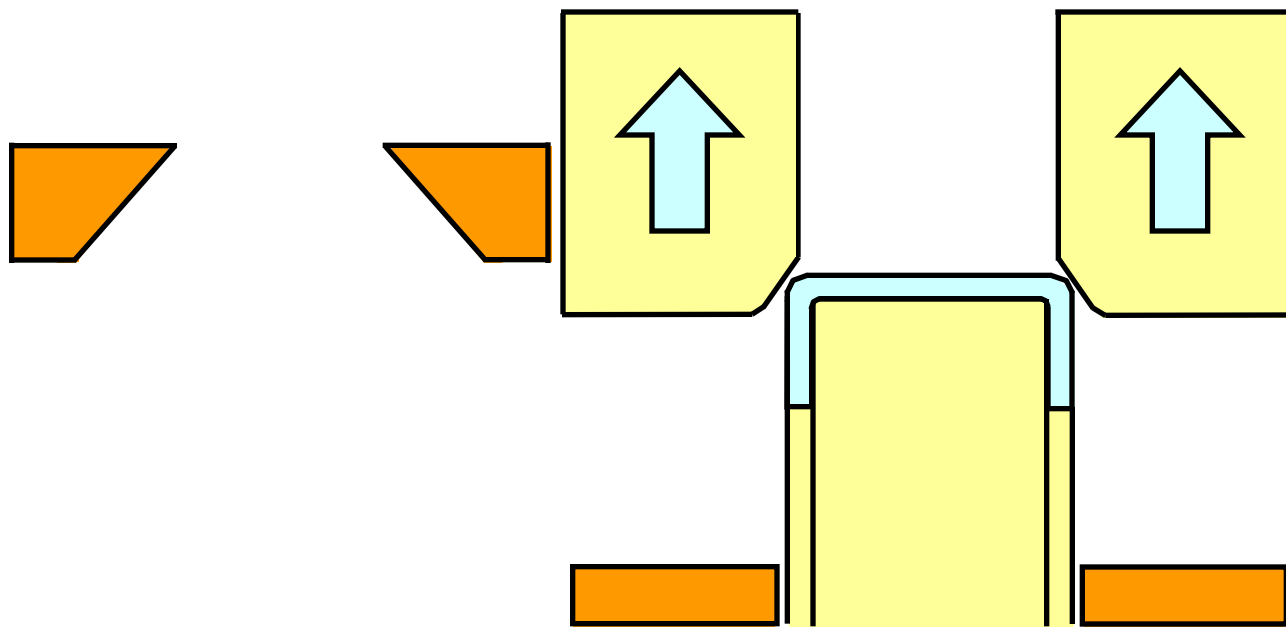
ダイス下降

通電加熱を用いたスプライン成形プロセス



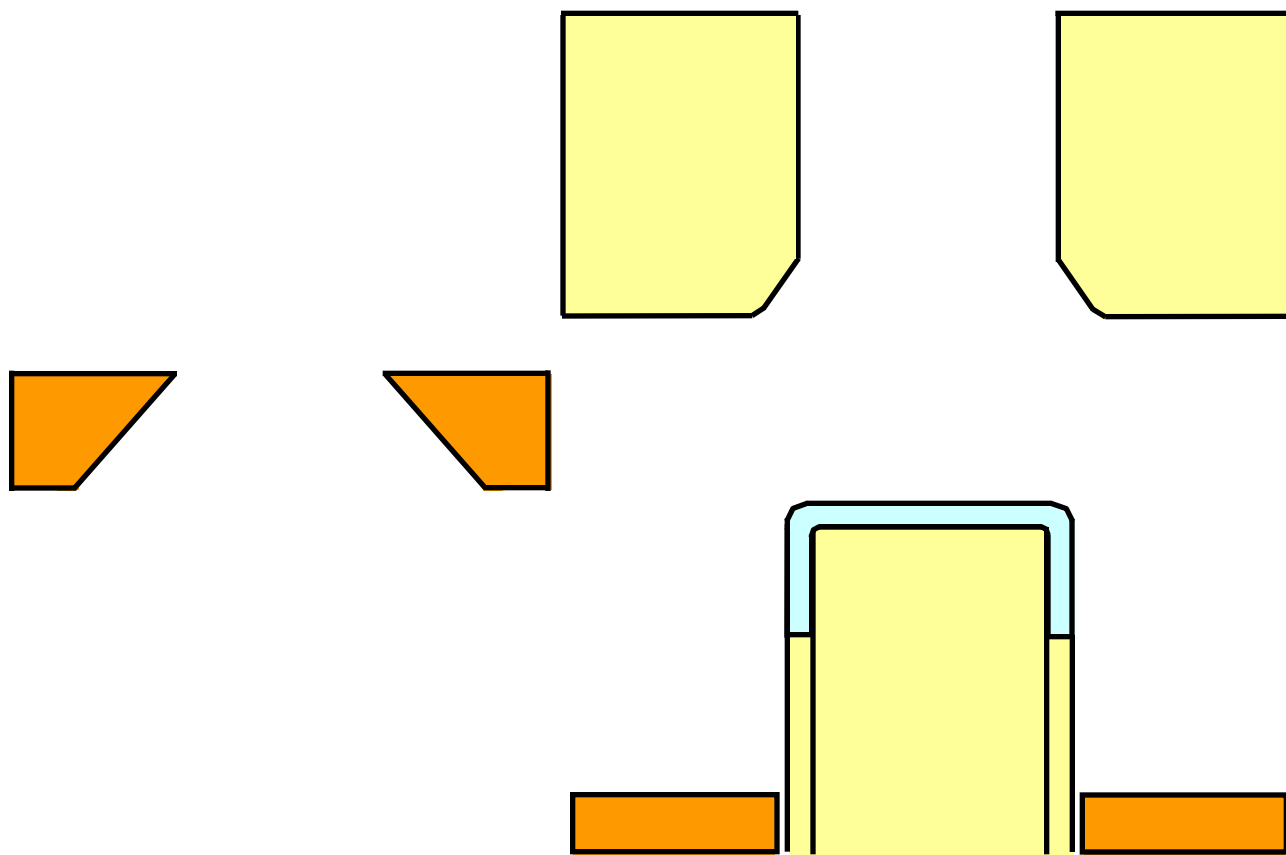
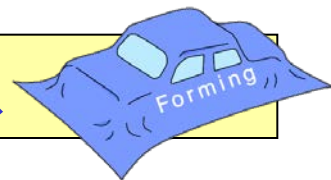
ダイス上昇

通電加熱を用いたスプライン成形プロセス



ダイス上昇

通電加熱を用いたスプライン成形プロセス



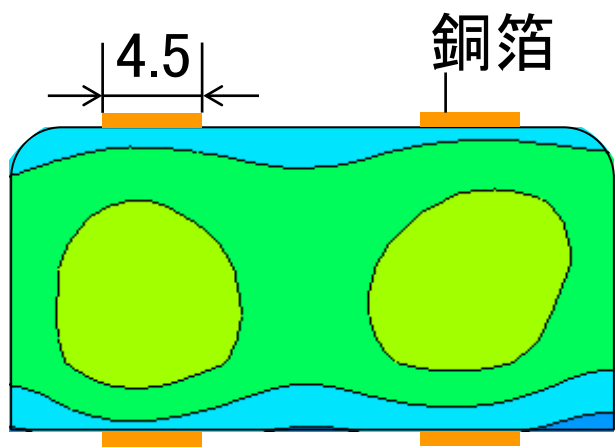
成形完了



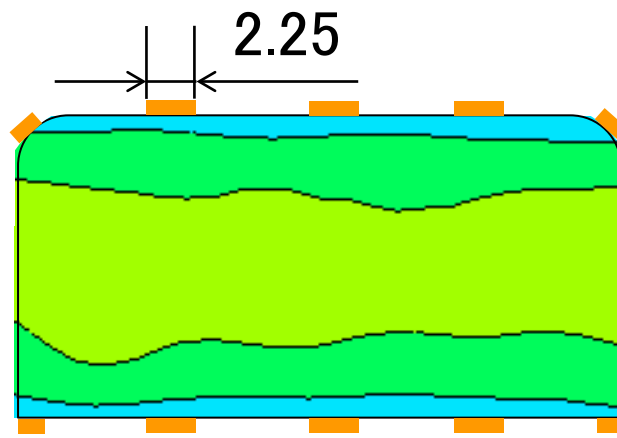
- スプライン成形実験方法
- 銅箔を用いた容器加熱温度の均一化
- 底部接触電極を用いた容器加熱温度の均一化
- ダイクエンチを用いた高強度部品の成形

温度分布に及ぼす銅箔分割数の影響

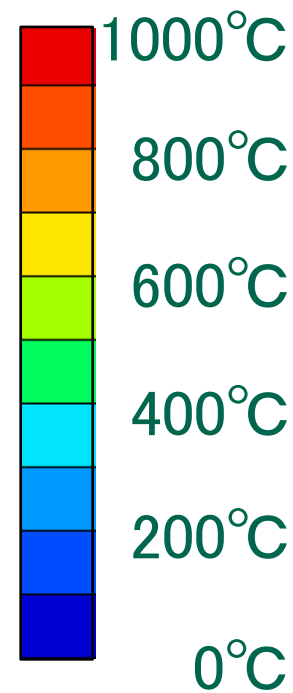
($Q = 20\text{kJ}$, $I = 6\text{kA}$, $c = 30\%$)



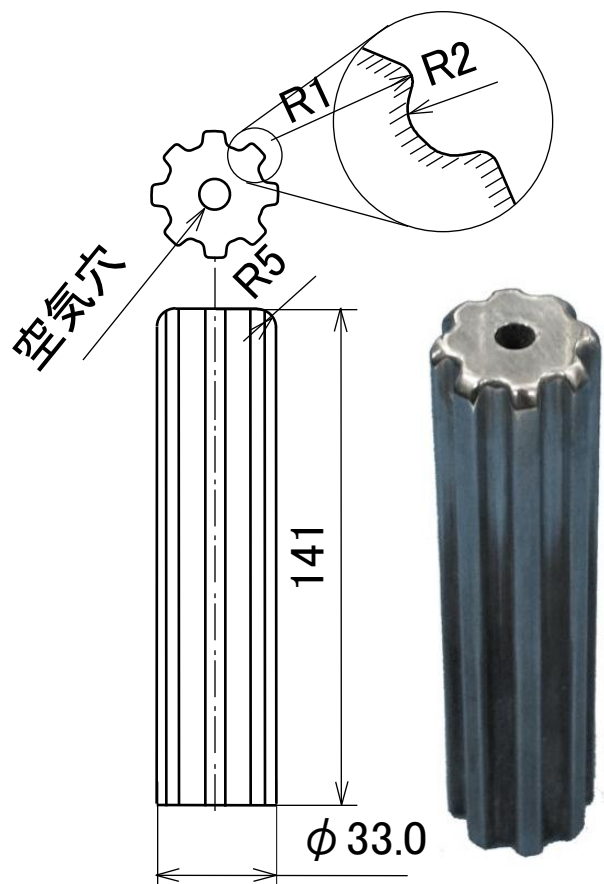
(a) 8分割



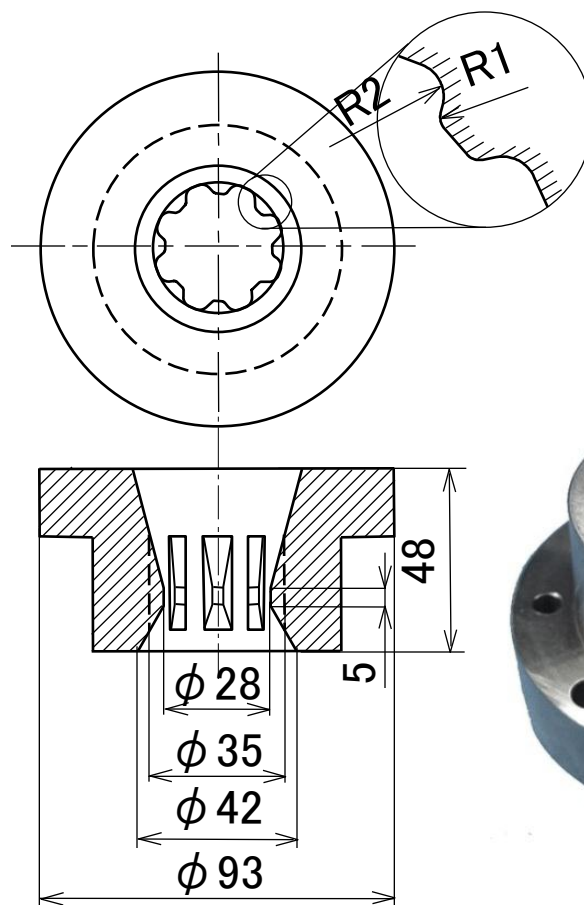
(b) 16分割



スプライン成形に用いた工具形状



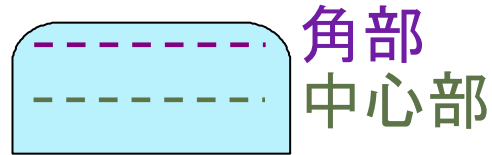
(a)パンチ



(b)ダイス



成形結果に及ぼす加熱温度の影響



角部

中心部

割れ



(a)角部: 310°C
中心部: 630°C



(b)角部: 440°C
中心部: 750°C

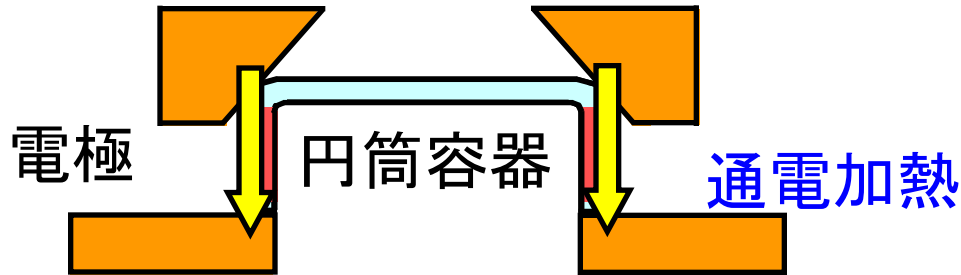


(c)角部: 640°C
中心部: 960°C



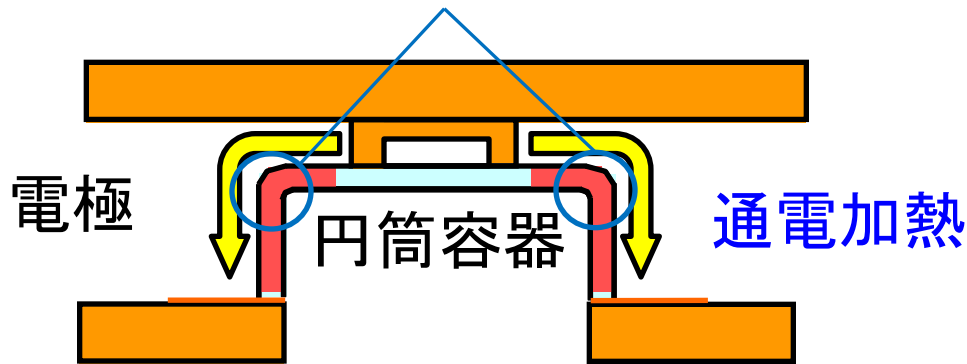
- ・スプライン成形実験方法
- ・銅箔を用いた容器加熱温度の均一化
- ・底部接触電極を用いた容器加熱温度の均一化
- ・ダイクエンチを用いた高強度部品の成形

底部接触電極形状

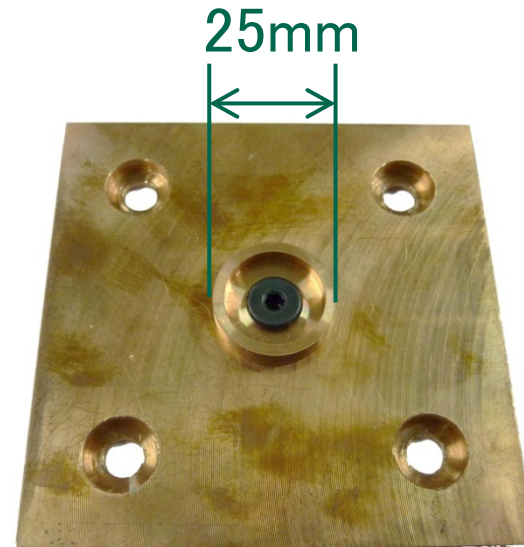


(a)角部接触電極

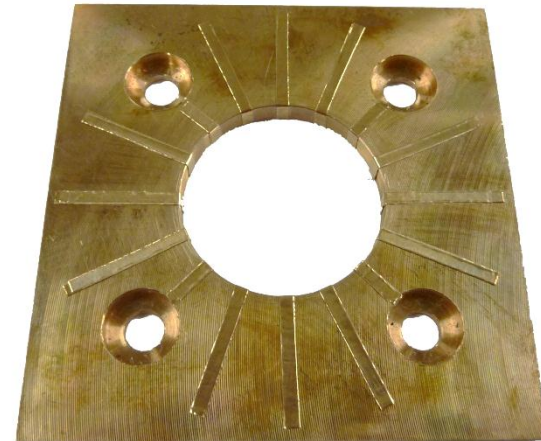
角部温度低下の抑制



(b)底部接触電極

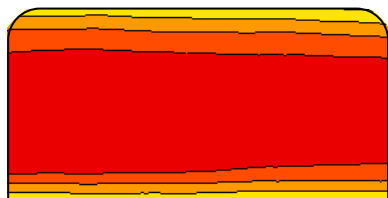


上電極



下電極

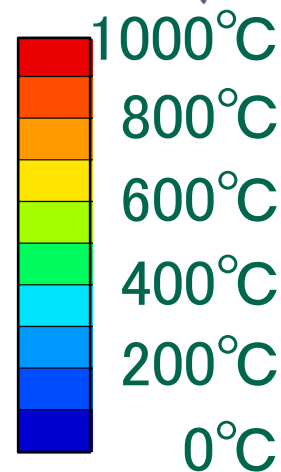
底部接触電極を用いたスプライン成形結果



角部: 640°C
中心部: 960°C



角部: 630°C
中心部: 640°C

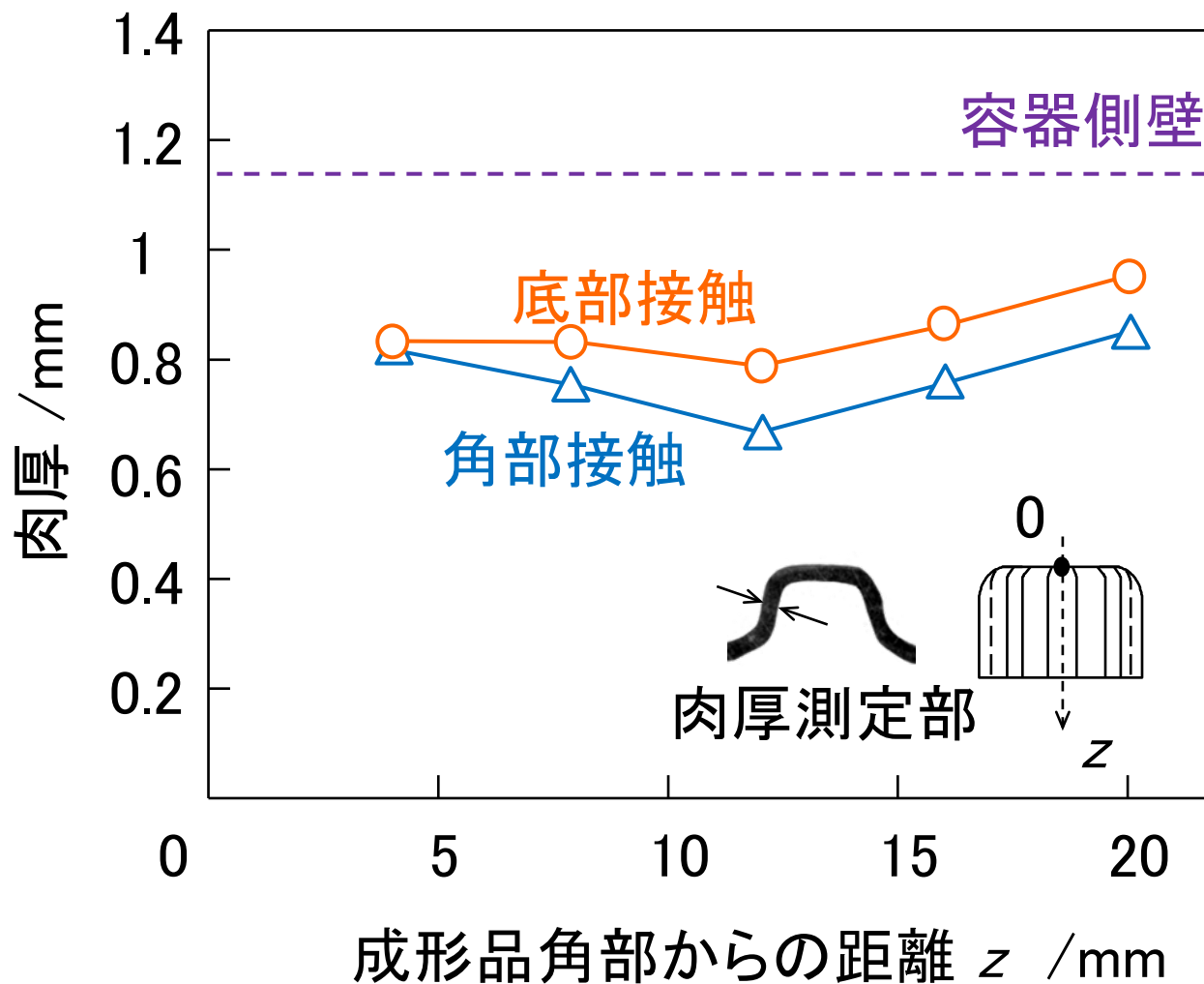


(a) 角部接触電極



(b) 底部接触電極

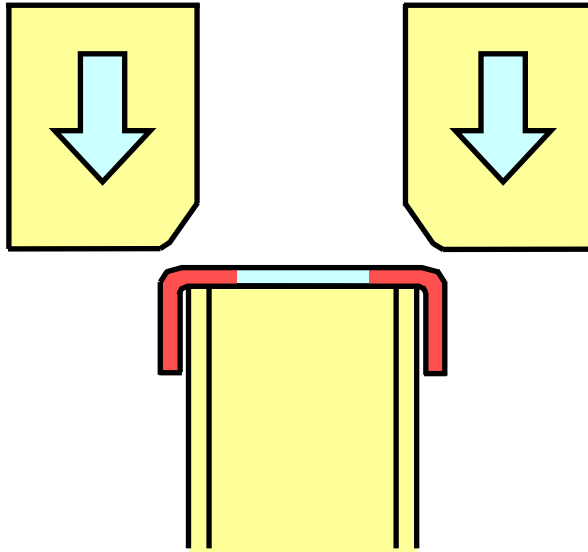
スプライン成形品の軸方向肉厚分布



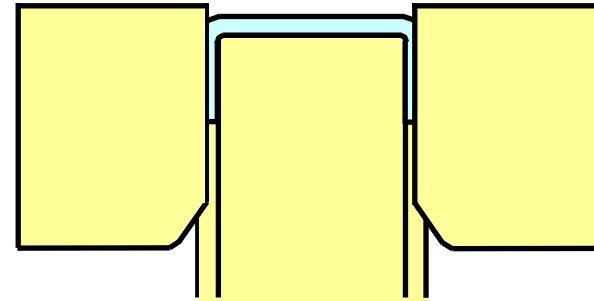


- スプライン成形実験方法
- 銅箔を用いた容器加熱温度の均一化
- 底部接触電極を用いた容器加熱温度の均一化
- ダイクエンチを用いた高強度部品の成形

ダイクエンチを用いた高強度歯形部品の成形プロセス



900°Cに加熱



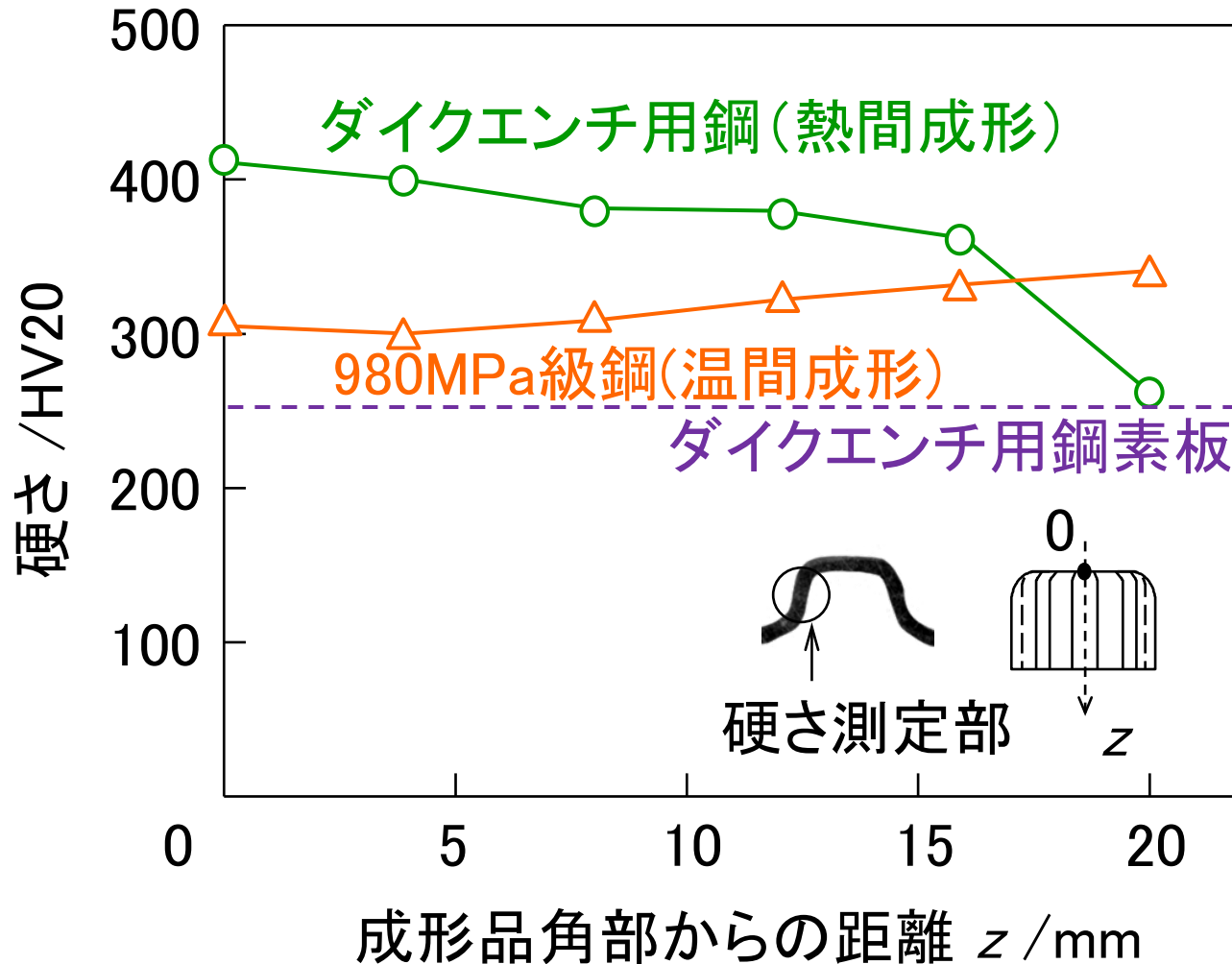
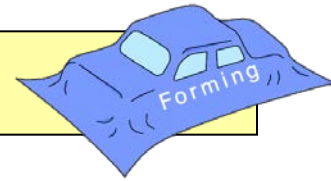
成形+焼入れ

ダイクエンチ用鋼の組成

(mass%)

C	Si	Mn	P	B
0.21	0.25	1.2	0.015	0.0014

スプライン成形品の軸方向硬さ分布



まとめ



- 1) 銅箔分割数を最適化することによって円周方向温度分布を均一に近づけた.
- 2) 底部接触電極を用いることで、容器角部から側壁部にかけての温度分布を均一化し、スプライン成形品の肉厚が改善した.
- 3) ダイクエンチによって980MPa級超高張力鋼板よりも容器角部、側壁部を高強度化したスプライン成形品が得られた.