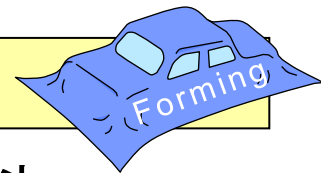
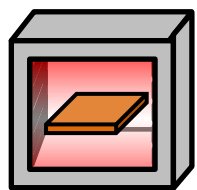


# 39 通電加熱2工程順送ホットスタンピング

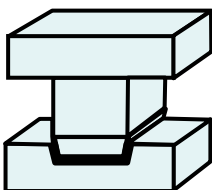


極限成形システム研究室 坂神 将斗

## ホットスタンピング



炉加熱



ダイクエンチ



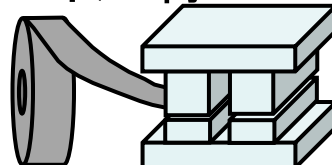
大型部材

引張強さ  
1.5GPa

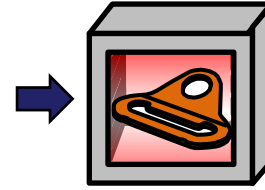
成形荷重:小 焼入れ:なし

## 板鍛造

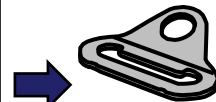
コイル材



順送プレス



焼入れ

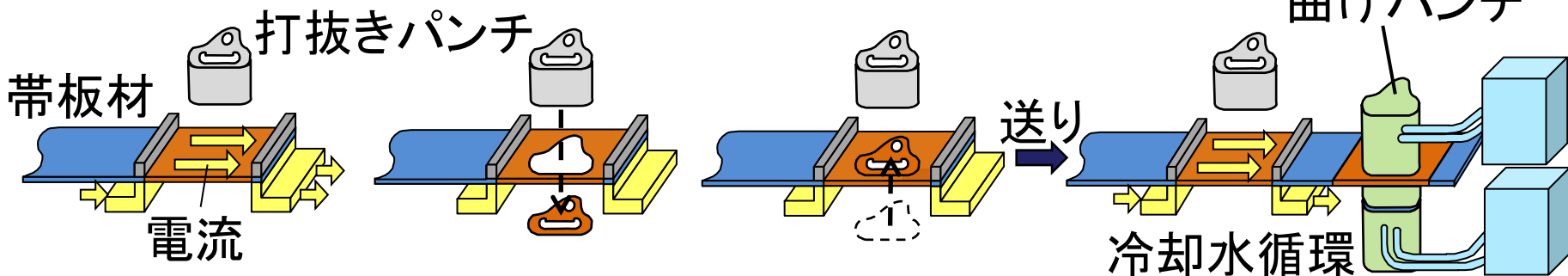


中小型  
部品

成形荷重:大 焼入れ:あり

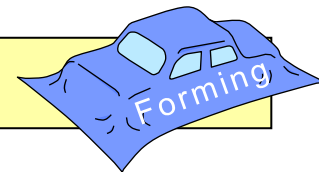
## 研究目的

中小型部品における2工程の順送成形によるホットスタンピング



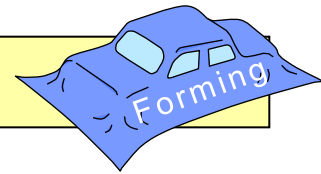
(a) 通電加熱 (b) 穴抜き・打抜き (c) はめ込み (d) 曲げダイクエンチ

# 通電加熱2工程順送ホットスタンピング



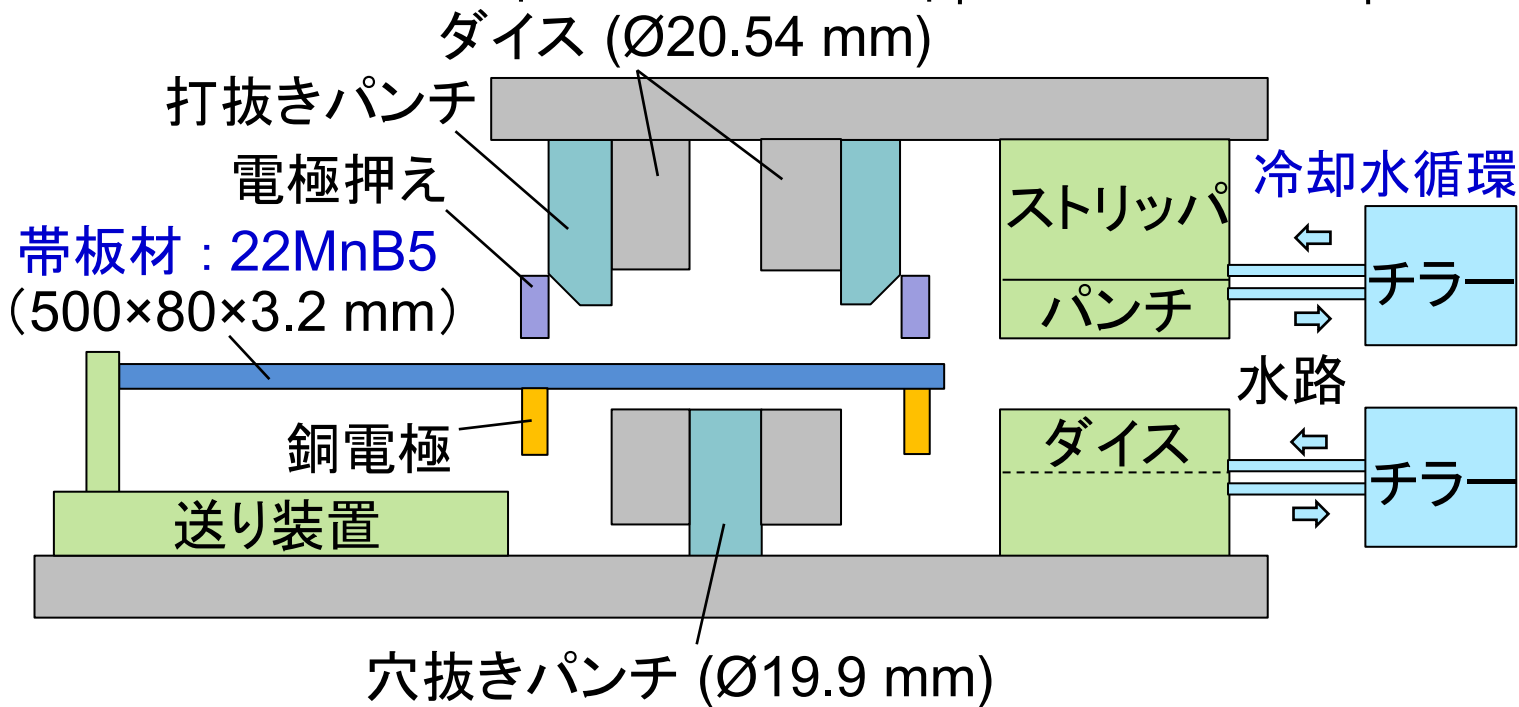
1. 通電加熱2工程順送ホットスタンピング方法
2. 第1工程の通電加熱および穴抜き・打抜き結果
3. 第2工程の曲げダイクエンチおよび2連続成形結果

# 成形金型

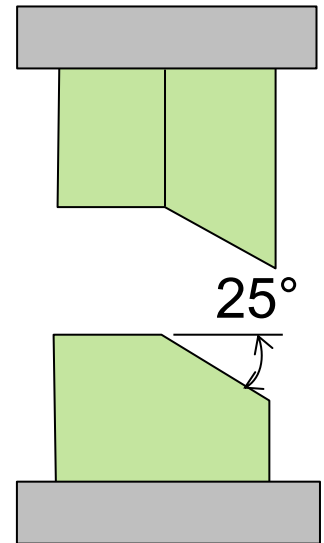


第1工程  
通電加熱および  
穴抜き・打抜き

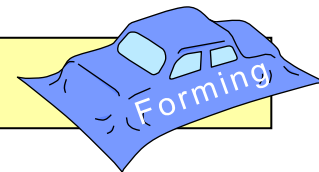
第2工程  
曲げ  
ダイクエンチ



第2工程  
側面図



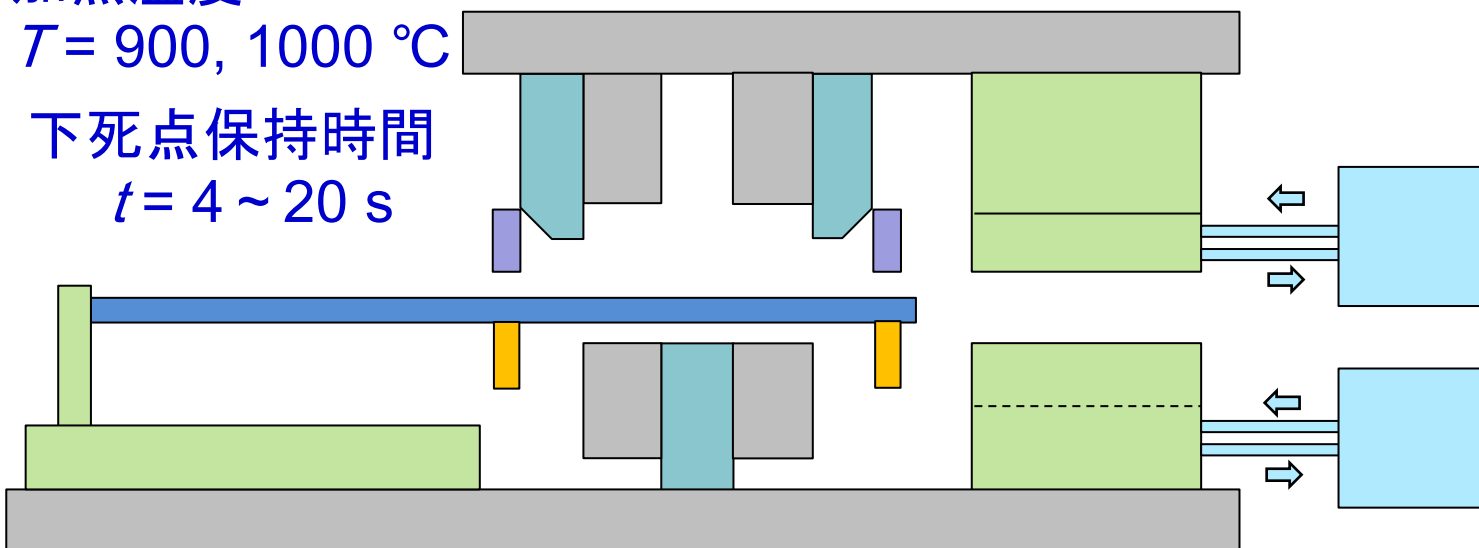
# 通電加熱2工程順送ホットスタンピング方法



帯板材上面図



加熱温度  
 $T = 900, 1000 \text{ } ^\circ\text{C}$   
下死点保持時間  
 $t = 4 \sim 20 \text{ s}$



通電加熱

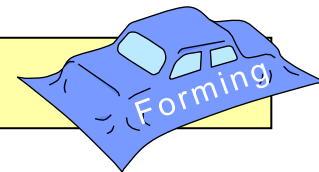
穴抜き・打抜き

はめ込み

送り (3 s)

曲げダイクエンチ

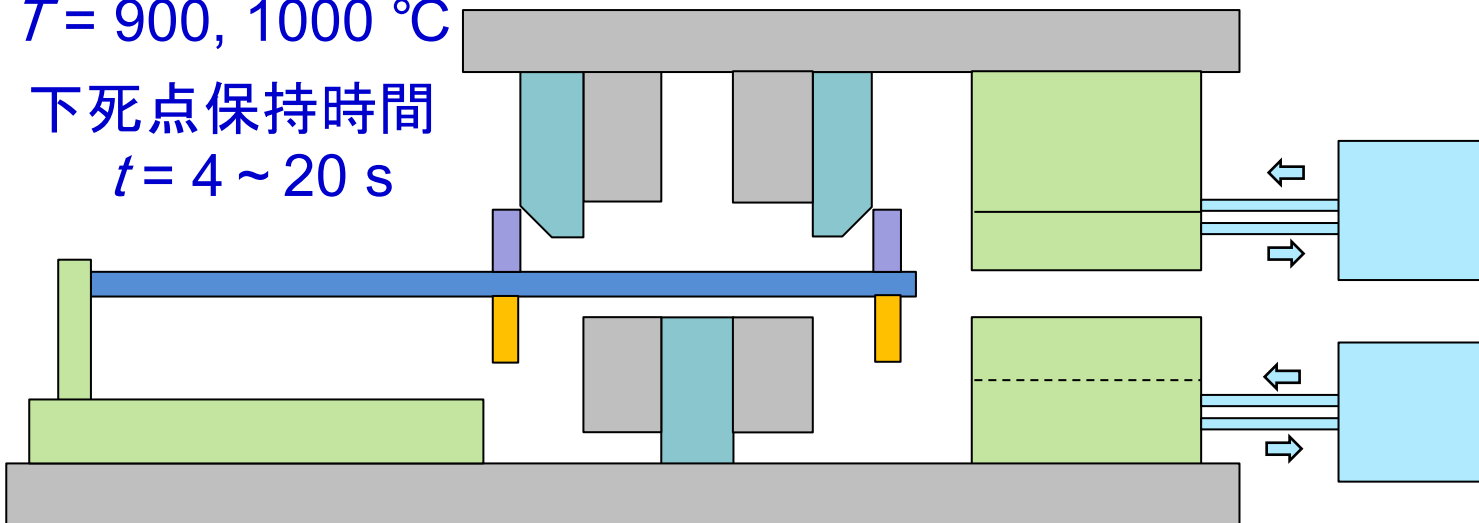
# 通電加熱2工程順送ホットスタンピング方法



帯板材上面図



加熱温度  
 $T = 900, 1000 \text{ } ^\circ\text{C}$   
下死点保持時間  
 $t = 4 \sim 20 \text{ s}$



通電加熱

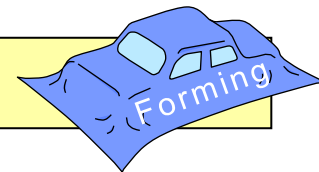
穴抜き・打抜き

はめ込み

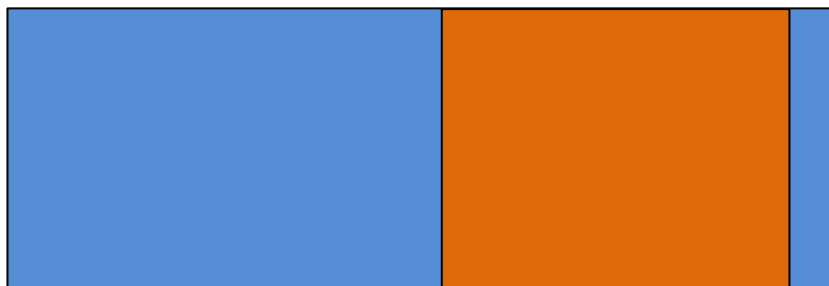
送り (3 s)

曲げダイクエンチ

# 通電加熱2工程順送ホットスタンピング方法

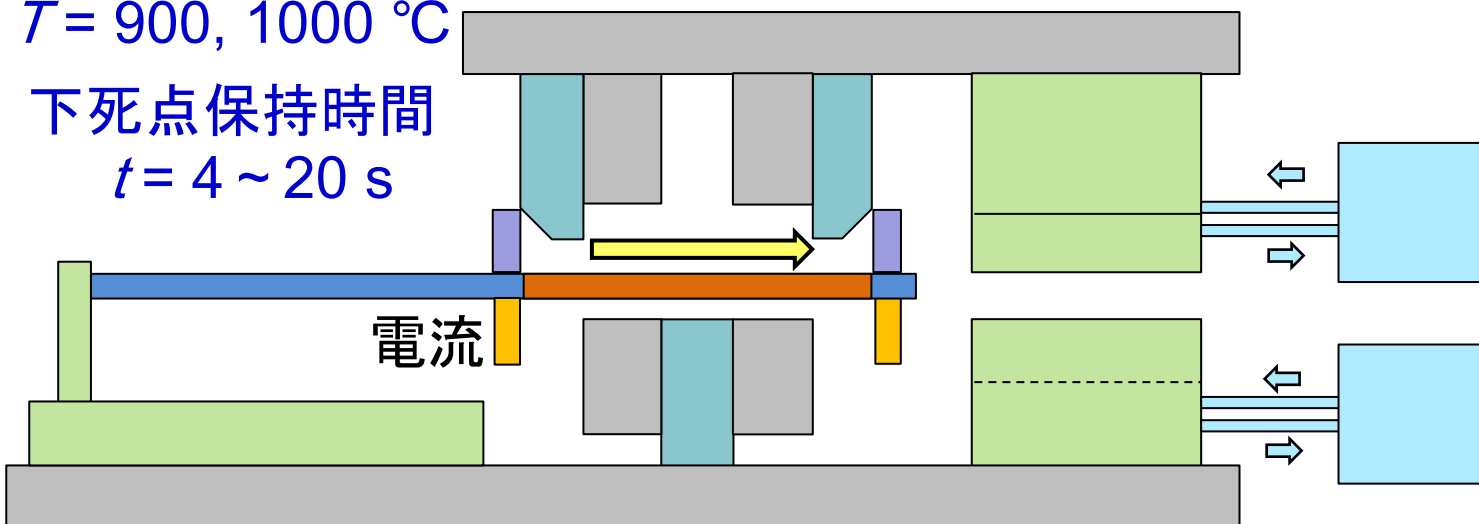


帯板材上面図



加熱温度  
 $T = 900, 1000 \text{ } ^\circ\text{C}$

下死点保持時間  
 $t = 4 \sim 20 \text{ s}$



通電加熱

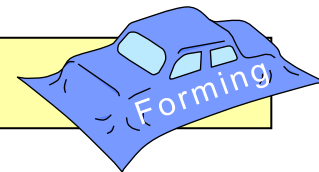
穴抜き・打抜き

はめ込み

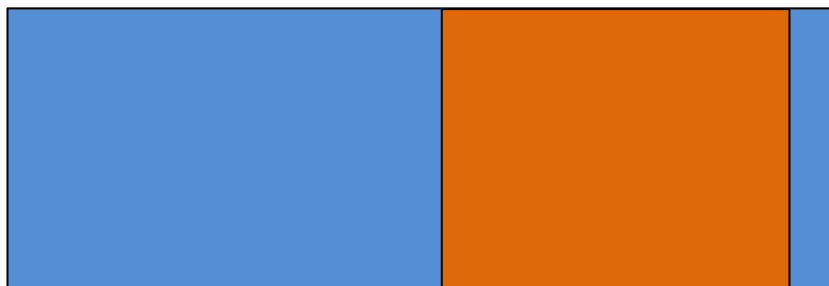
送り (3 s)

曲げダイクエンチ

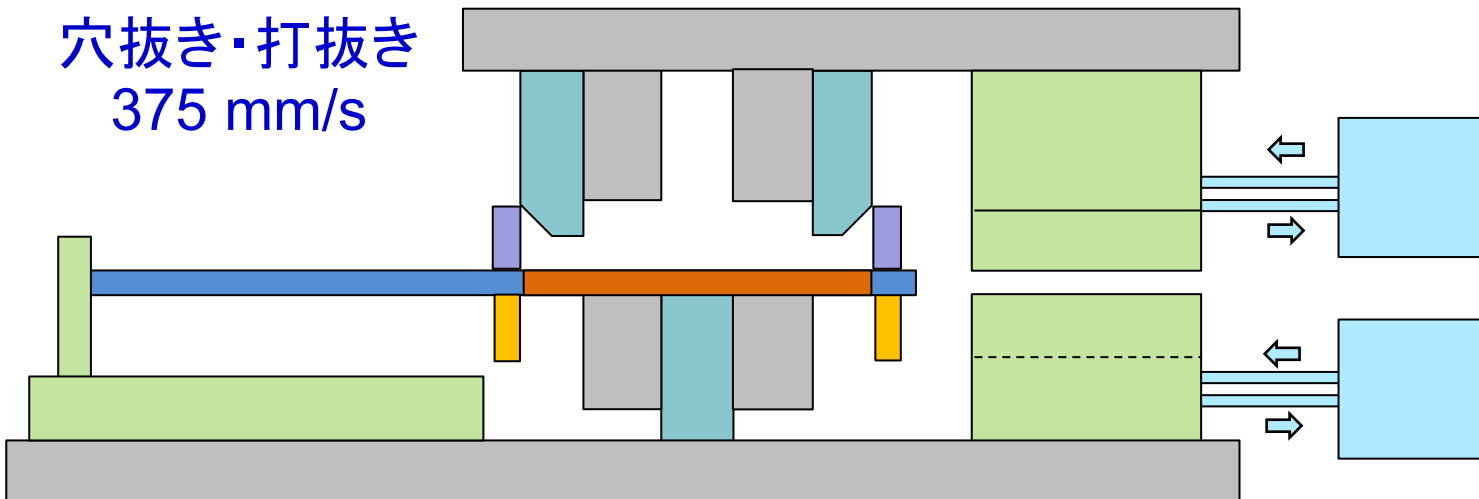
# 通電加熱2工程順送ホットスタンピング方法



帯板材上面図



穴抜き・打抜き  
375 mm/s



通電加熱



穴抜き・打抜き



はめ込み

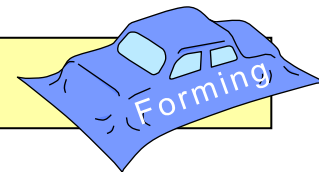


送り (3 s)

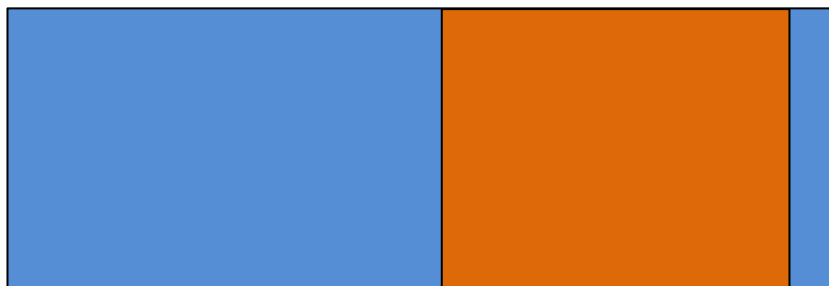


曲げダイクエンチ

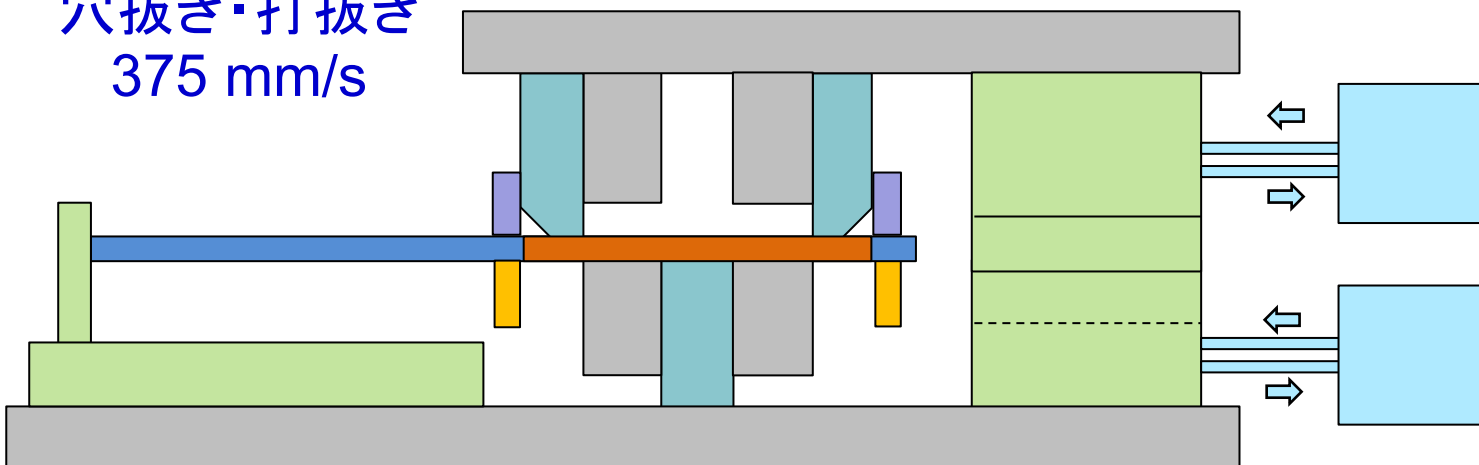
# 通電加熱2工程順送ホットスタンピング方法



帯板材上面図



穴抜き・打抜き  
375 mm/s



通電加熱



穴抜き・打抜き



はめ込み



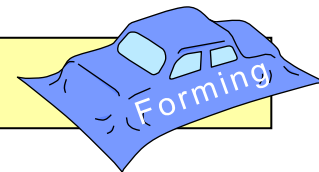
送り (3 s)



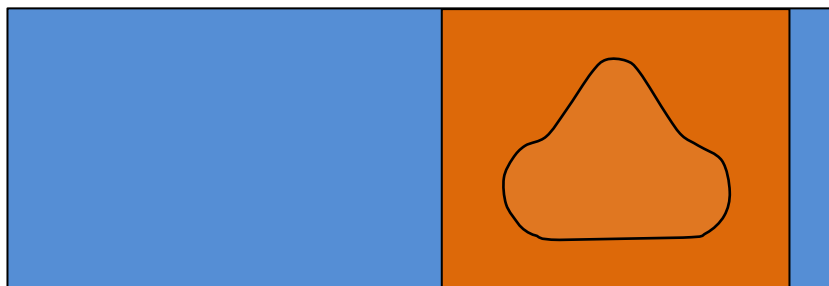
曲げダイクエンチ



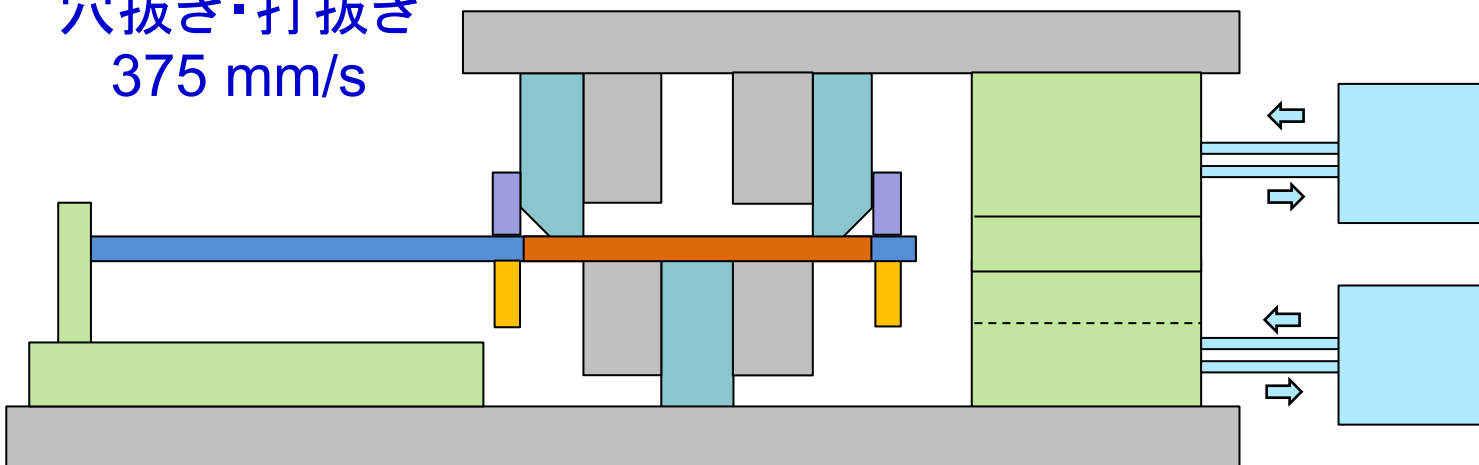
# 通電加熱2工程順送ホットスタンピング方法



帯板材上面図



穴抜き・打抜き  
375 mm/s



通電加熱



穴抜き・打抜き



はめ込み

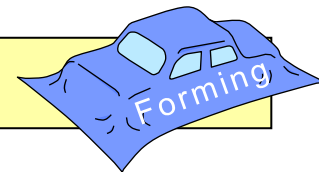


送り (3 s)

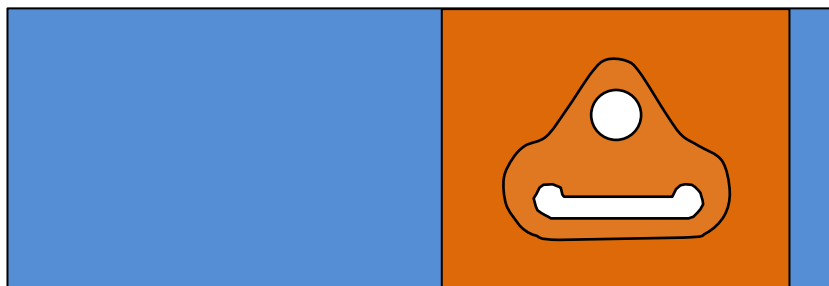


曲げダイクエンチ

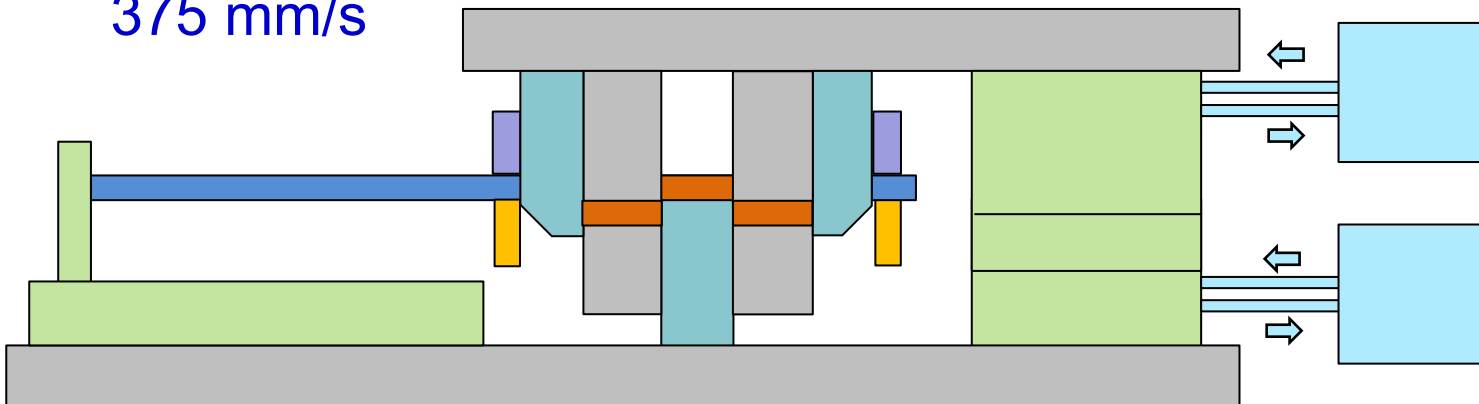
# 通電加熱2工程順送ホットスタンピング方法



帯板材上面図



穴抜き・打抜き  
375 mm/s



通電加熱



穴抜き・打抜き



はめ込み

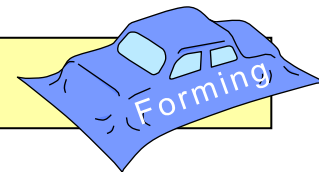


送り (3 s)

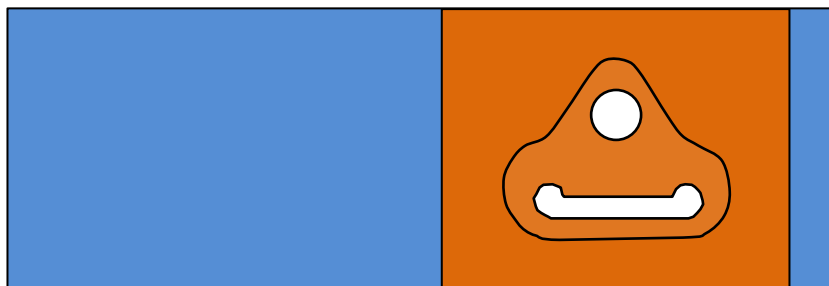


曲げダイクエンチ

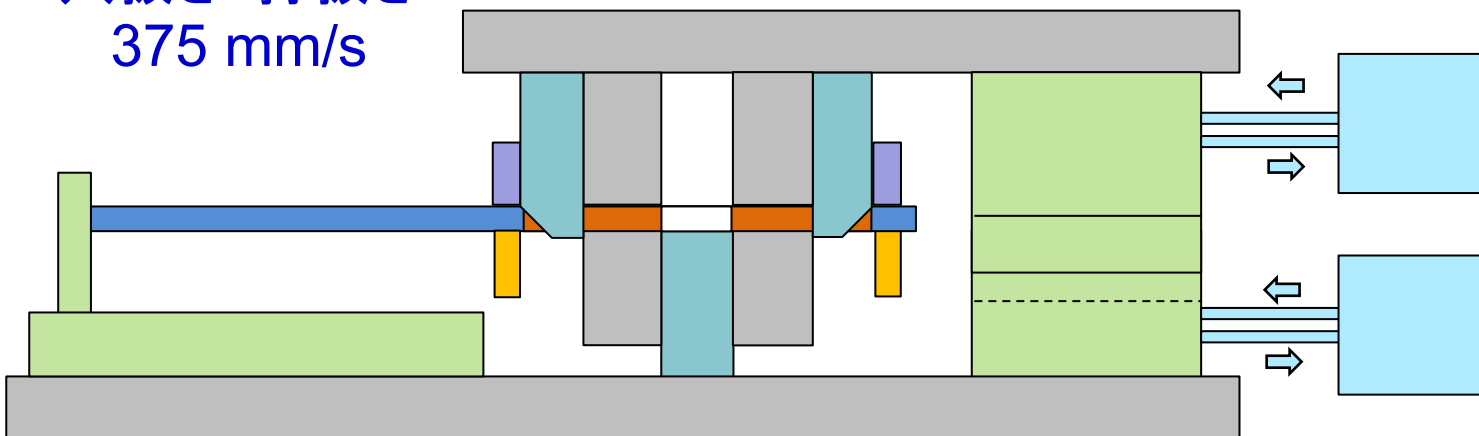
# 通電加熱2工程順送ホットスタンピング方法



帯板材上面図



穴抜き・打抜き  
375 mm/s



通電加熱



穴抜き・打抜き



はめ込み

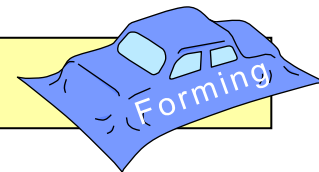


送り (3 s)

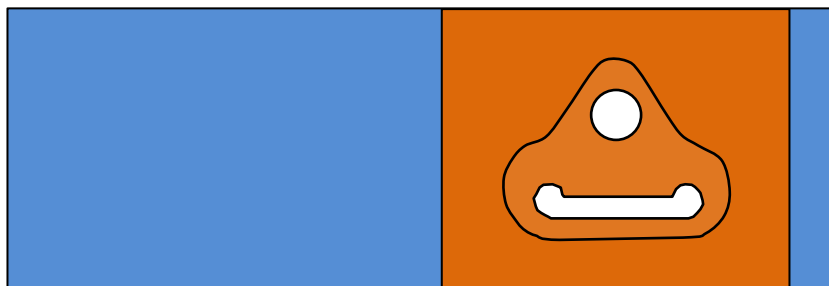


曲げダイクエンチ

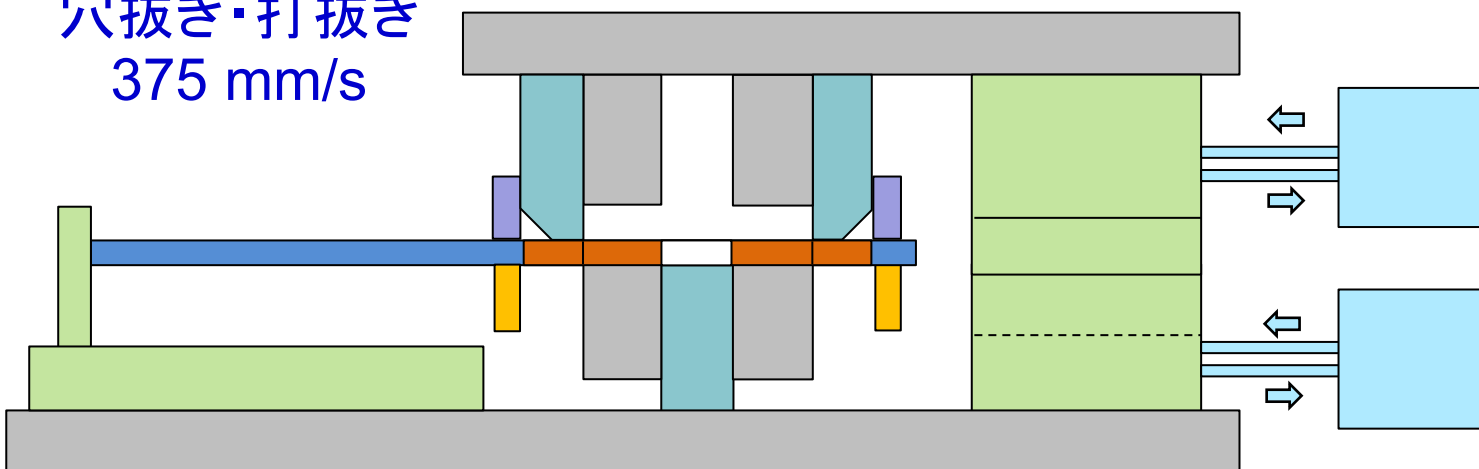
# 通電加熱2工程順送ホットスタンピング方法



帯板材上面図



穴抜き・打抜き  
375 mm/s



通電加熱

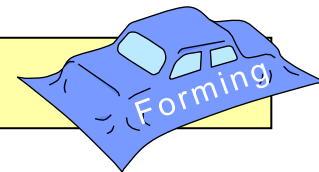
穴抜き・打抜き

はめ込み

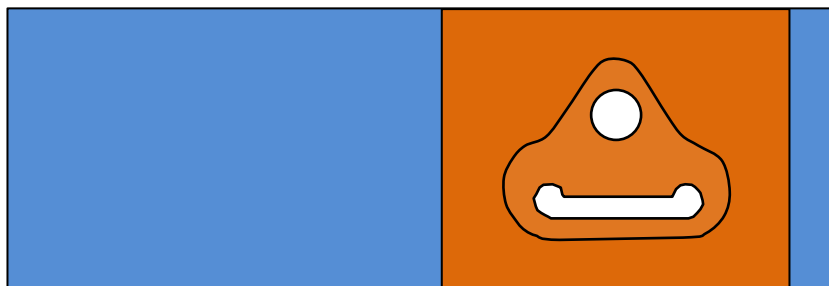
送り (3 s)

曲げダイクエンチ

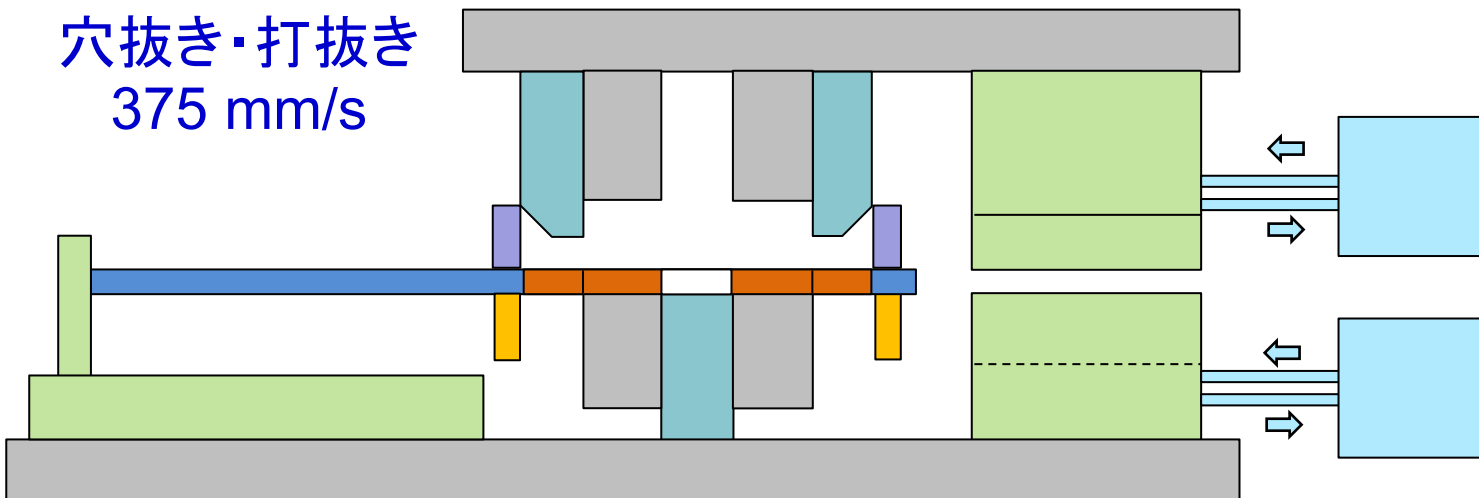
# 通電加熱2工程順送ホットスタンピング方法



帯板材上面図



穴抜き・打抜き  
375 mm/s



通電加熱

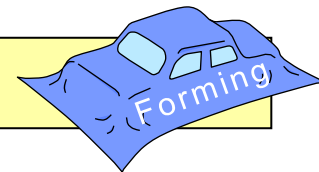
穴抜き・打抜き

はめ込み

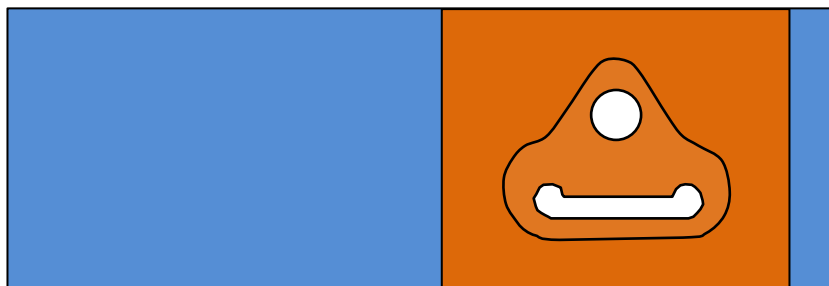
送り (3 s)

曲げダイクエンチ

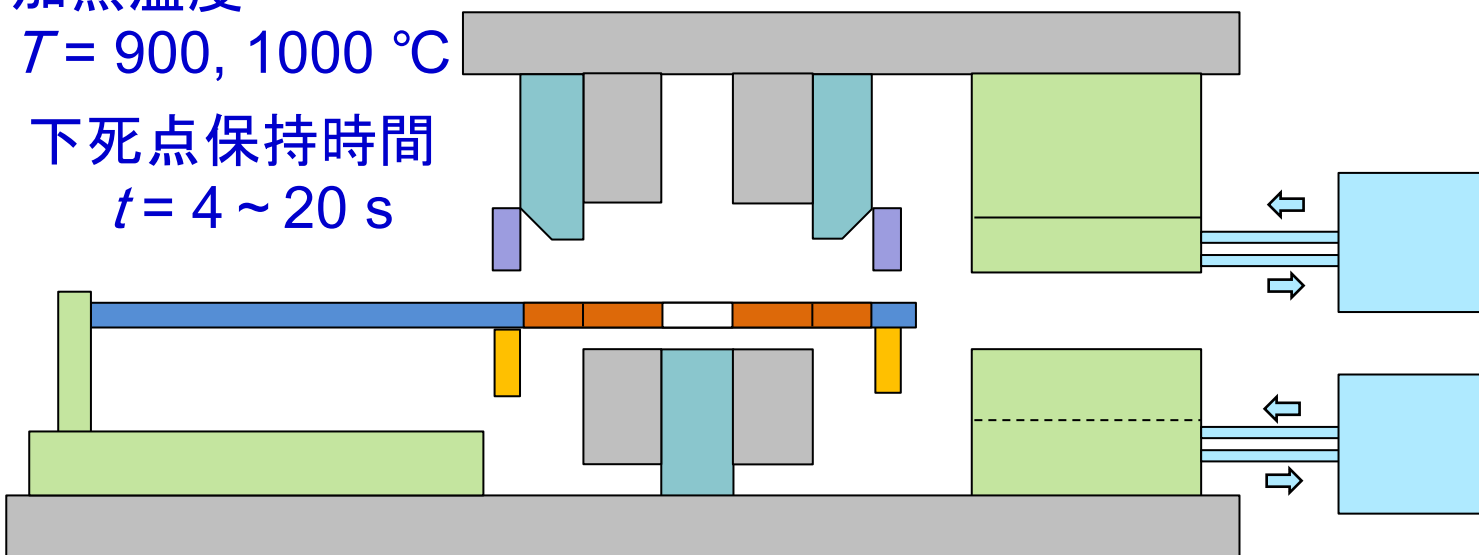
# 通電加熱2工程順送ホットスタンピング方法



帯板材上面図



加熱温度  
 $T = 900, 1000 \text{ } ^\circ\text{C}$   
下死点保持時間  
 $t = 4 \sim 20 \text{ s}$



通電加熱



穴抜き・打抜き



はめ込み

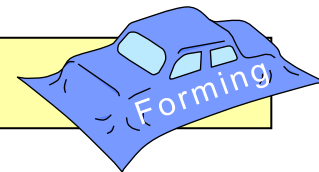


送り (3 s)

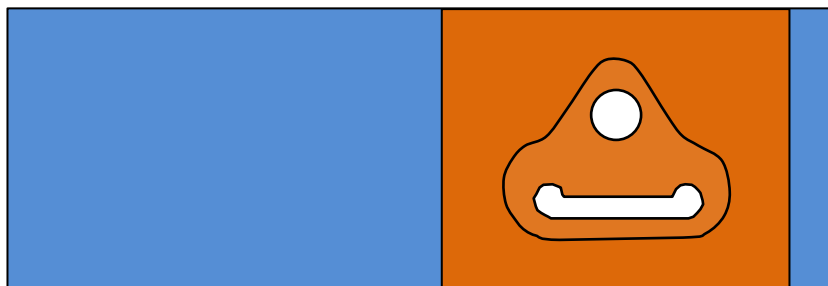


曲げダイクエンチ

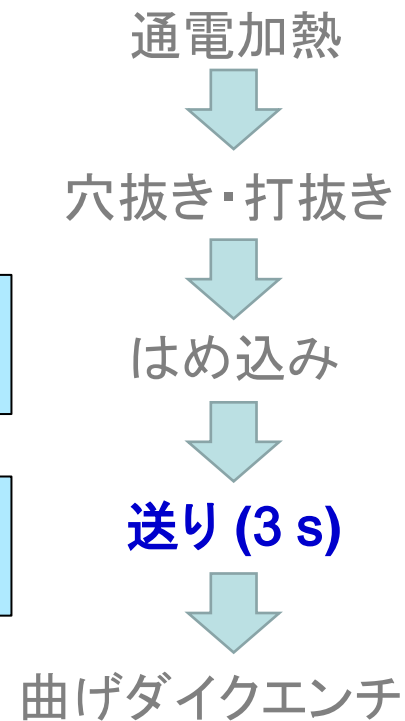
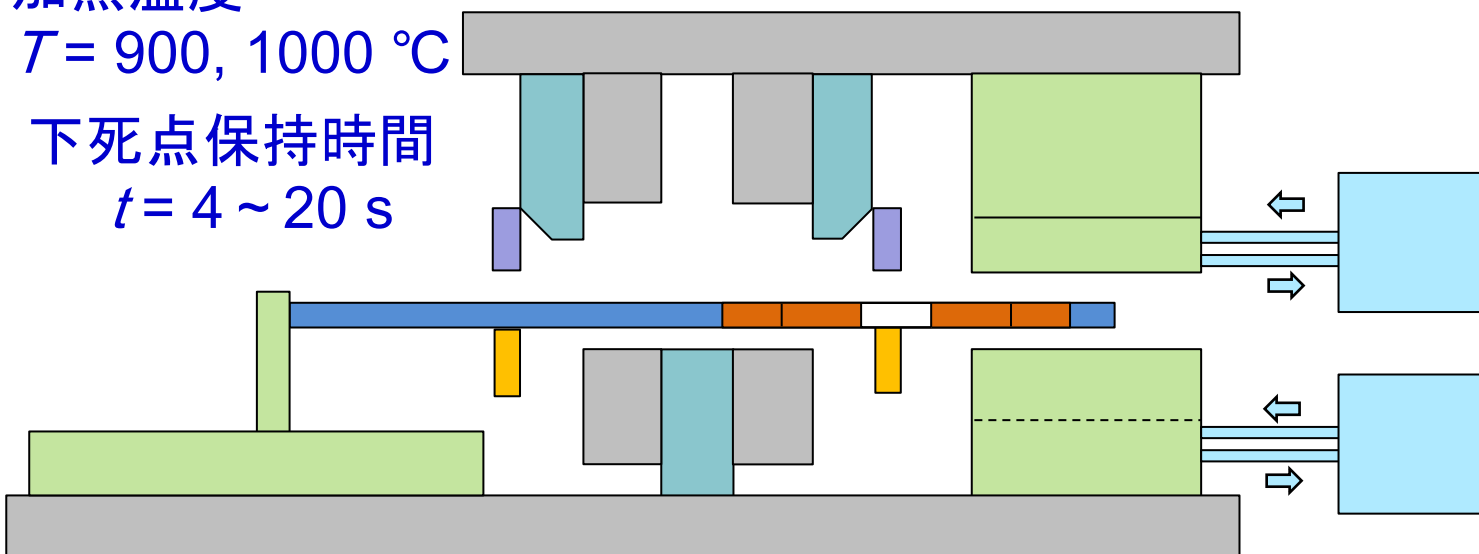
# 通電加熱2工程順送ホットスタンピング方法



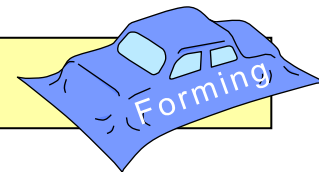
帯板材上面図



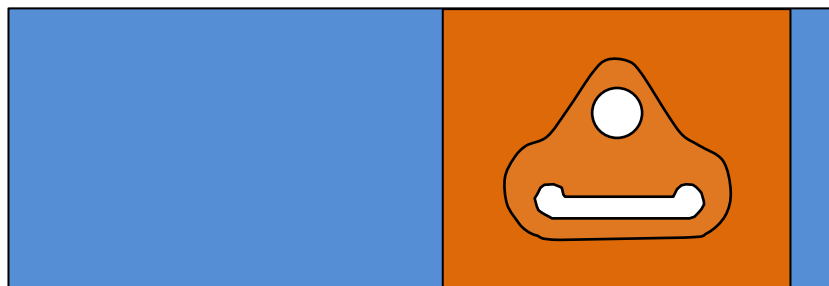
加熱温度  
 $T = 900, 1000 \text{ } ^\circ\text{C}$   
下死点保持時間  
 $t = 4 \sim 20 \text{ s}$



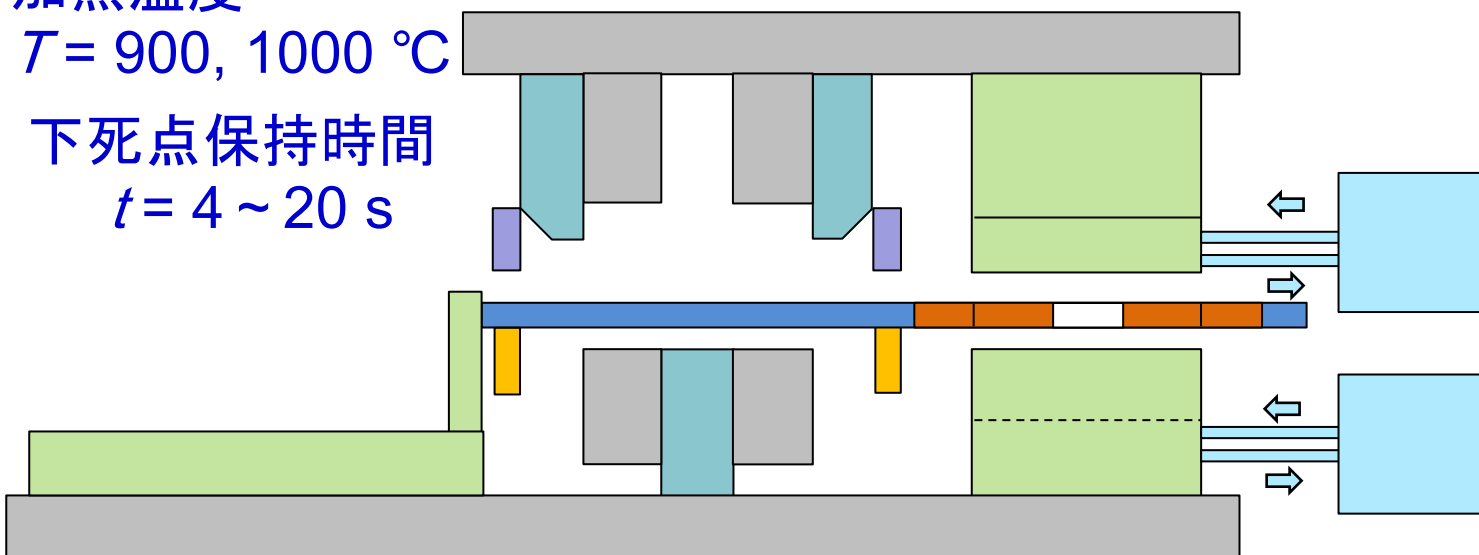
# 通電加熱2工程順送ホットスタンピング方法



帯板材上面図



加熱温度  
 $T = 900, 1000 \text{ } ^\circ\text{C}$   
下死点保持時間  
 $t = 4 \sim 20 \text{ s}$



通電加熱



穴抜き・打抜き



はめ込み



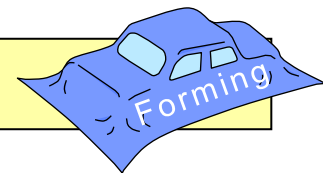
送り (3 s)



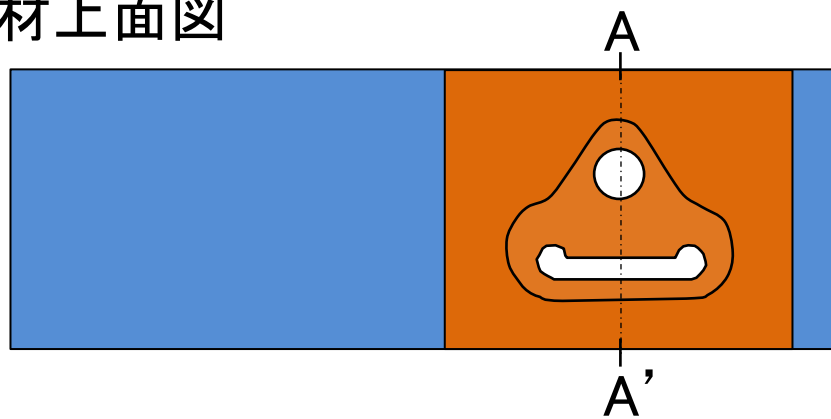
曲げダイクエンチ



# 通電加熱2工程順送ホットスタンピング方法



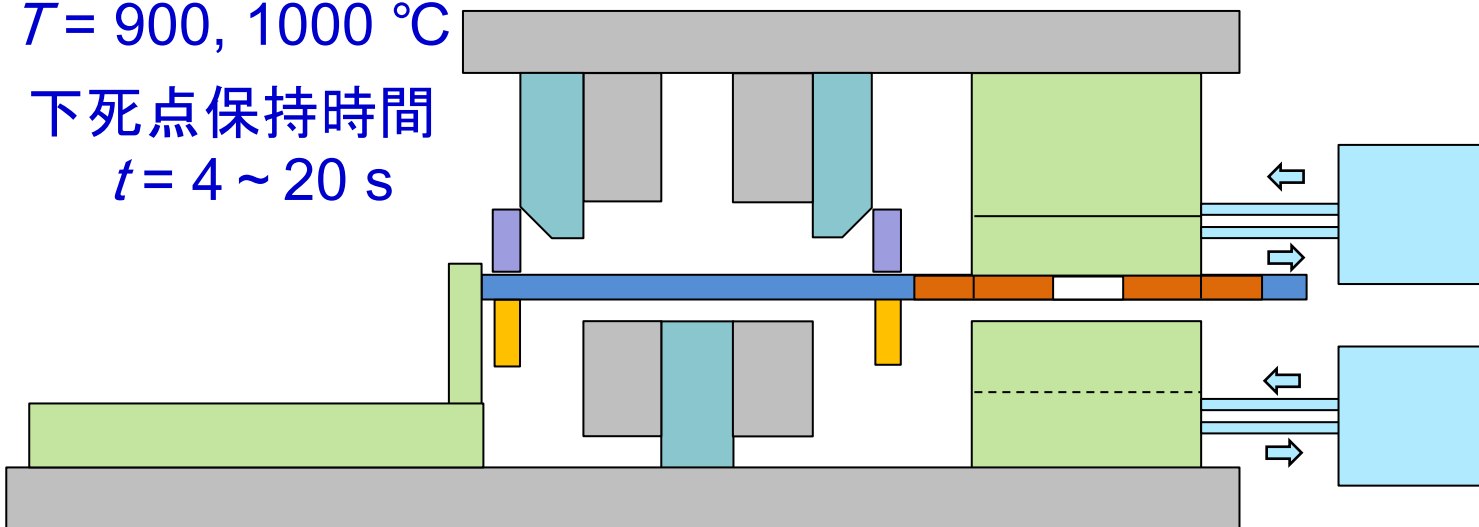
帯板材上面図



A-A' 断面



加熱温度  
 $T = 900, 1000 \text{ } ^\circ\text{C}$   
下死点保持時間  
 $t = 4 \sim 20 \text{ s}$



通電加熱



穴抜き・打抜き



はめ込み

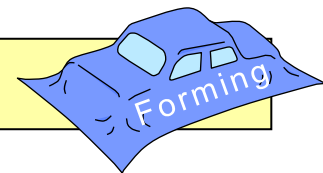


送り (3 s)

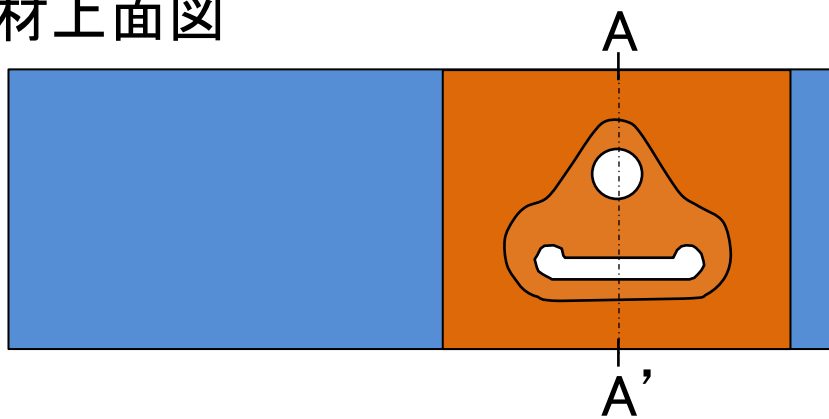


曲げダイクエンチ

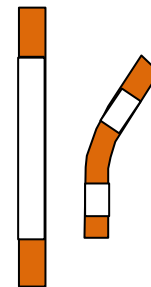
# 通電加熱2工程順送ホットスタンピング方法



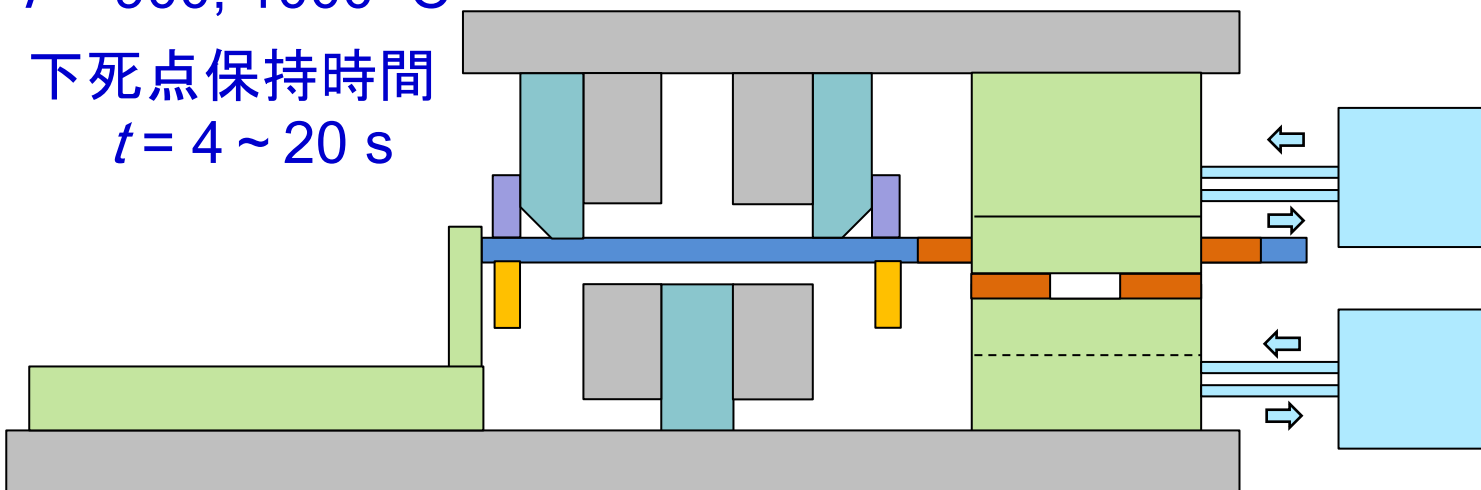
帯板材上面図



A-A' 断面



加熱温度  
 $T = 900, 1000 \text{ } ^\circ\text{C}$   
下死点保持時間  
 $t = 4 \sim 20 \text{ s}$



通電加熱

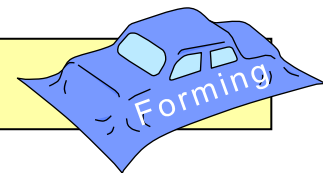
穴抜き・打抜き

はめ込み

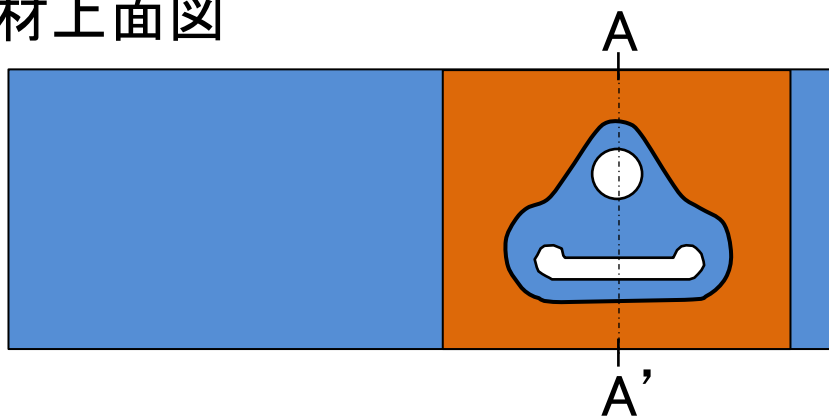
送り (3 s)

曲げダイクエンチ

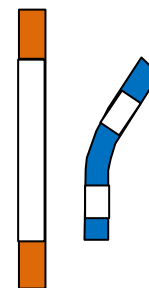
# 通電加熱2工程順送ホットスタンピング方法



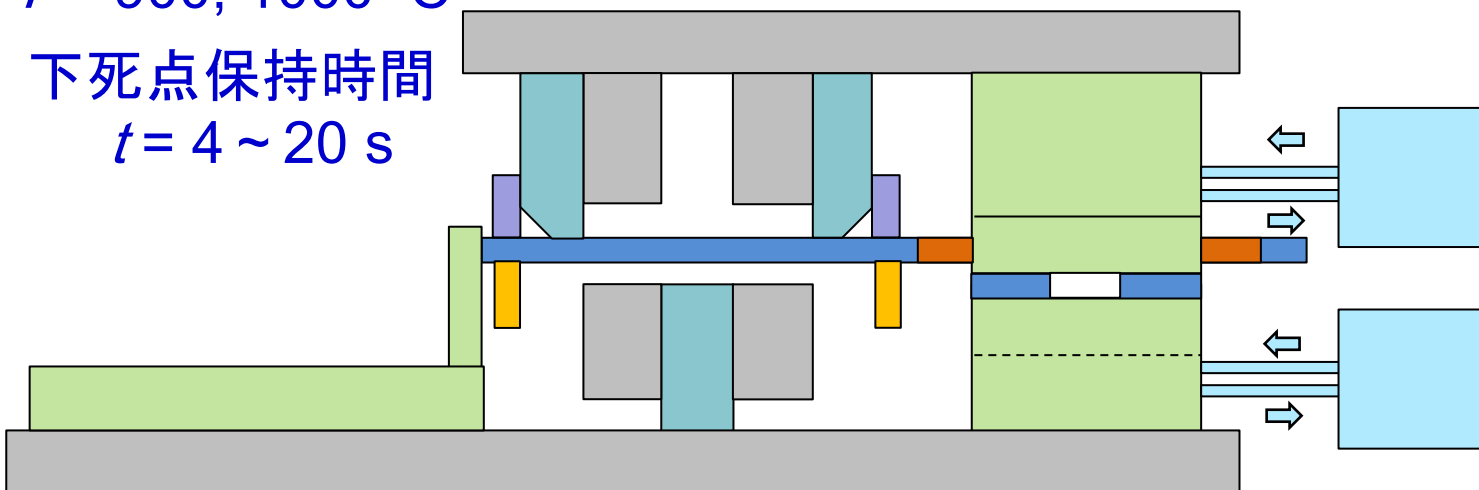
帯板材上面図



A-A' 断面



加熱温度  
 $T = 900, 1000 \text{ } ^\circ\text{C}$   
下死点保持時間  
 $t = 4 \sim 20 \text{ s}$



通電加熱

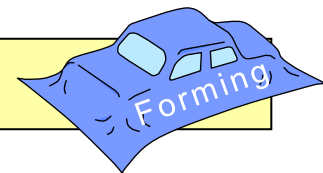
穴抜き・打抜き

はめ込み

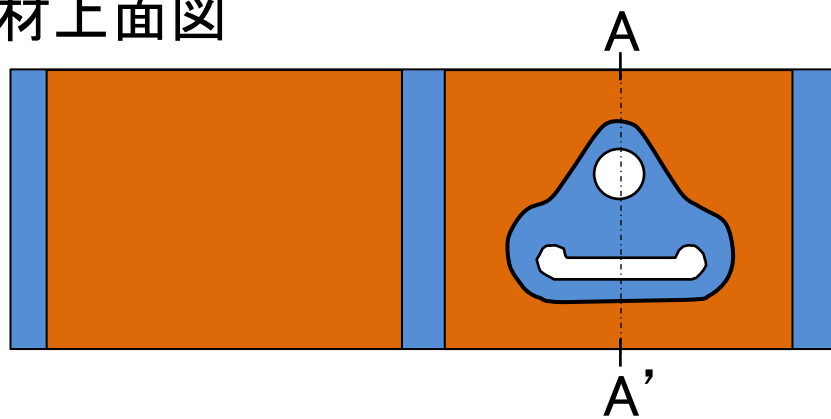
送り (3 s)

曲げダイクエンチ

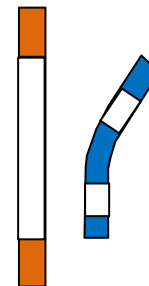
# 通電加熱2工程順送ホットスタンピング方法



帯板材上面図

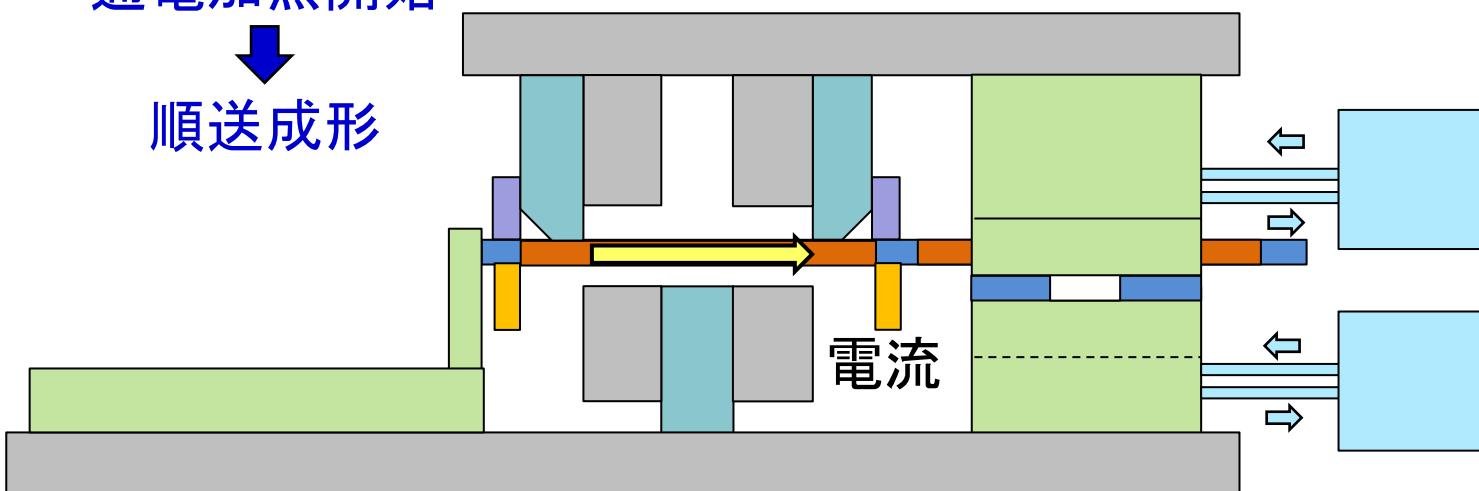


A-A' 断面



通電加熱開始

順送成形



通電加熱



穴抜き・打抜き



はめ込み

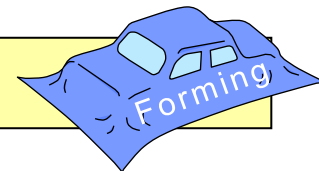


送り (3 s)

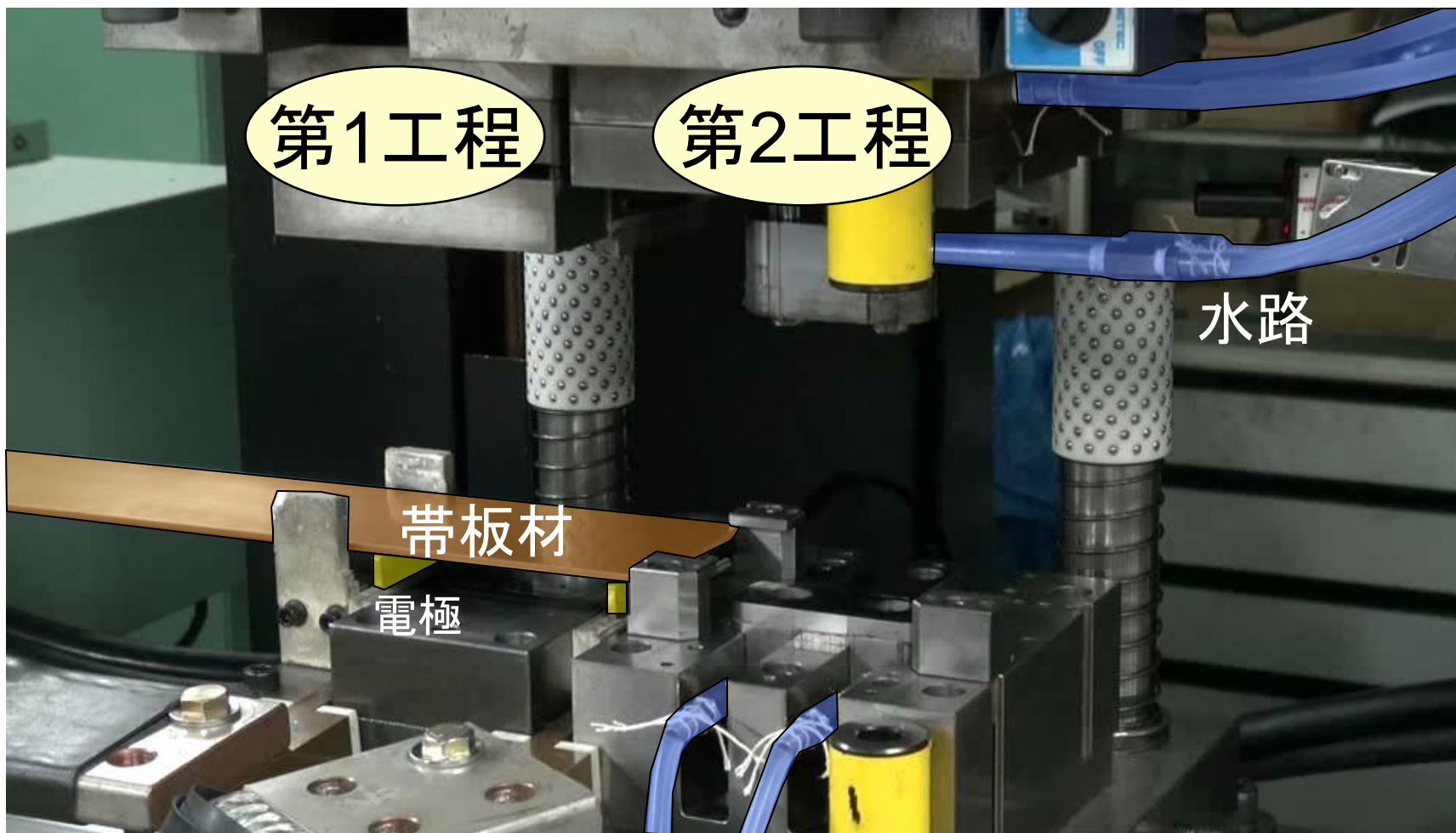


曲げダイクエンチ

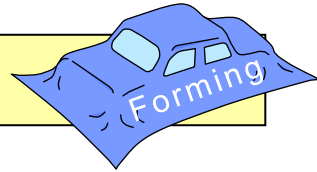
# 通電加熱2工程順送ホットスタンピング



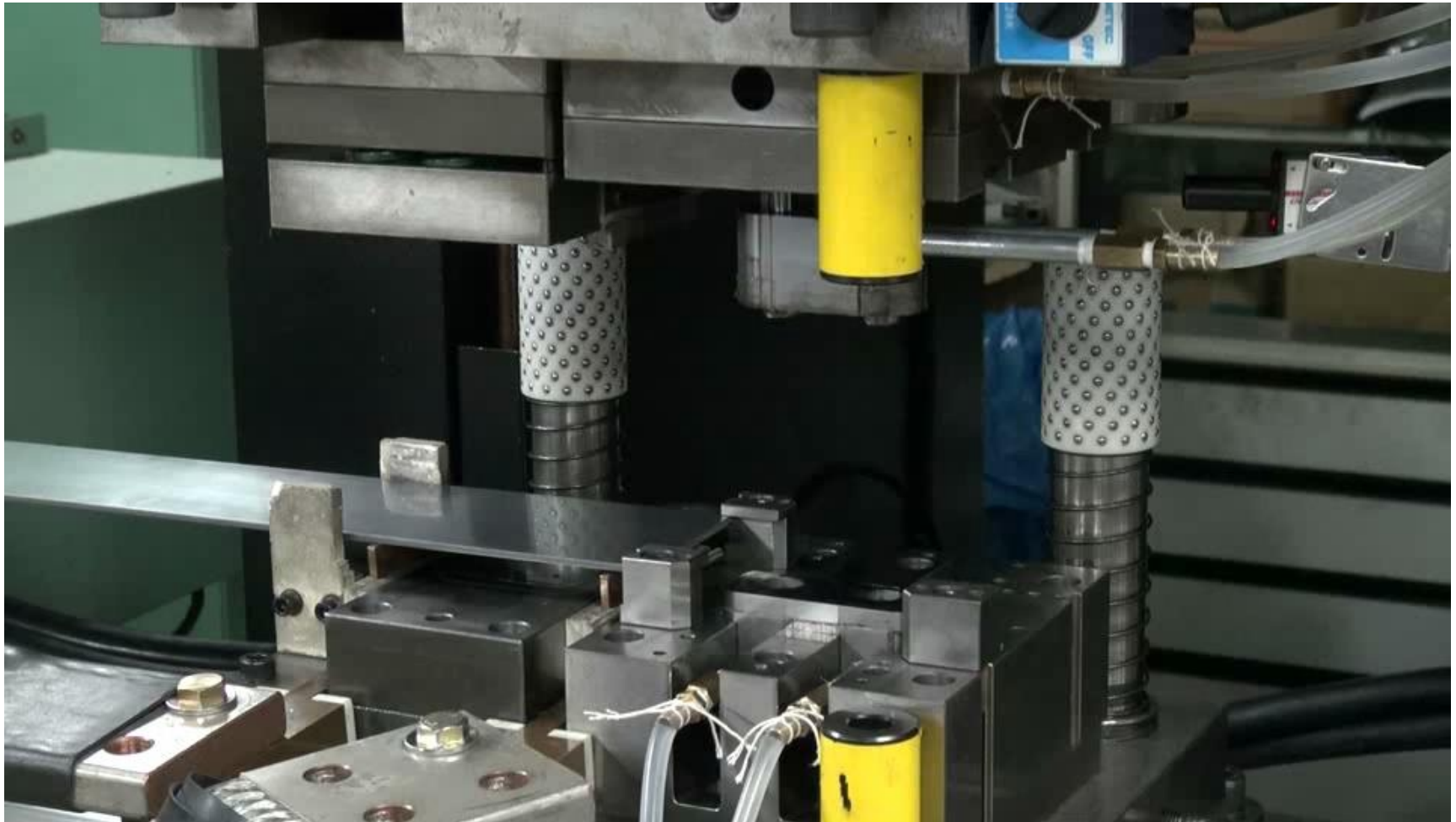
通電加熱  $T = 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$  (8 s) → 穴抜き・打抜き 375 mm/s → 送り 3 s → 曲げダイクエンチ  $t = 20\text{ s}$



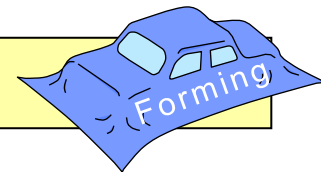
# 通電加熱2工程順送ホットスタンピング



通電加熱  $T = 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$  (8 s) → 穴抜き・打抜き 375 mm/s → 送り 3 s → 曲げダイクエンチ  $t = 20\text{ s}$

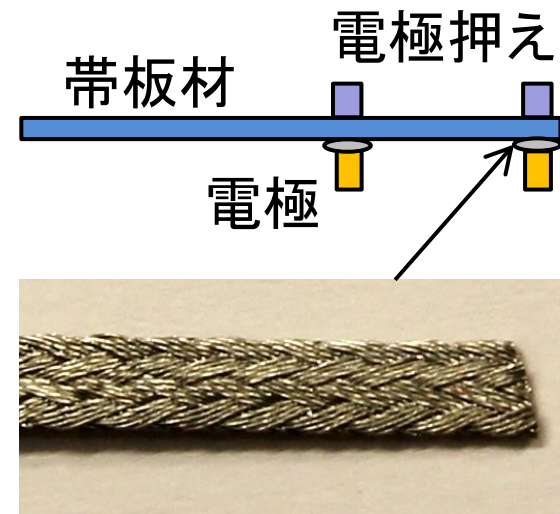
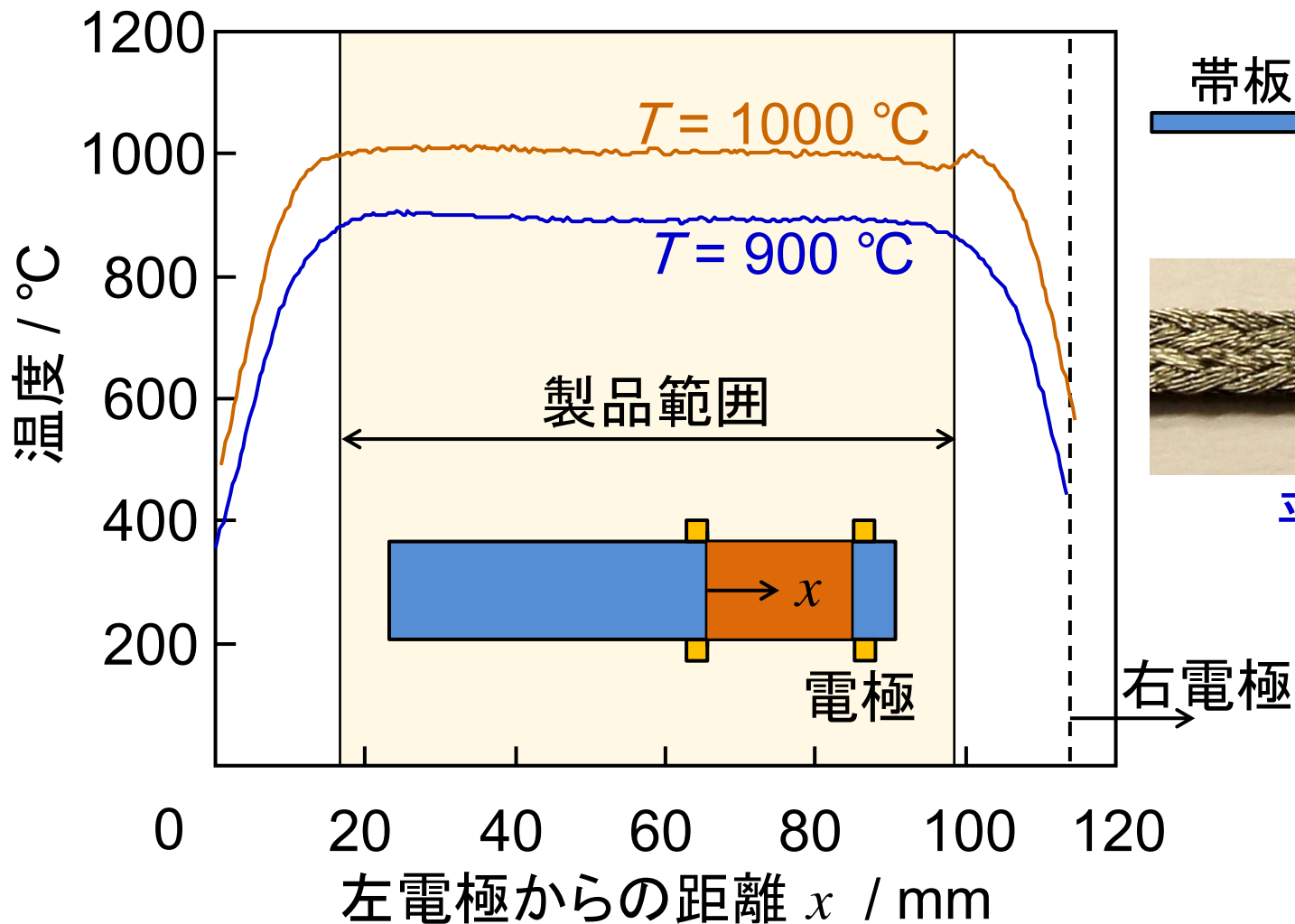
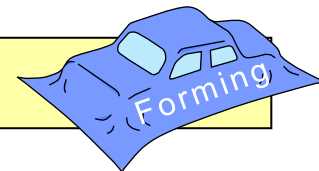


# 通電加熱2工程順送ホットスタンピング



1. 通電加熱2工程順送ホットスタンピング方法
2. 第1工程の通電加熱および穴抜き・打抜き結果
3. 第2工程の曲げダイクエンチおよび2連続成形結果

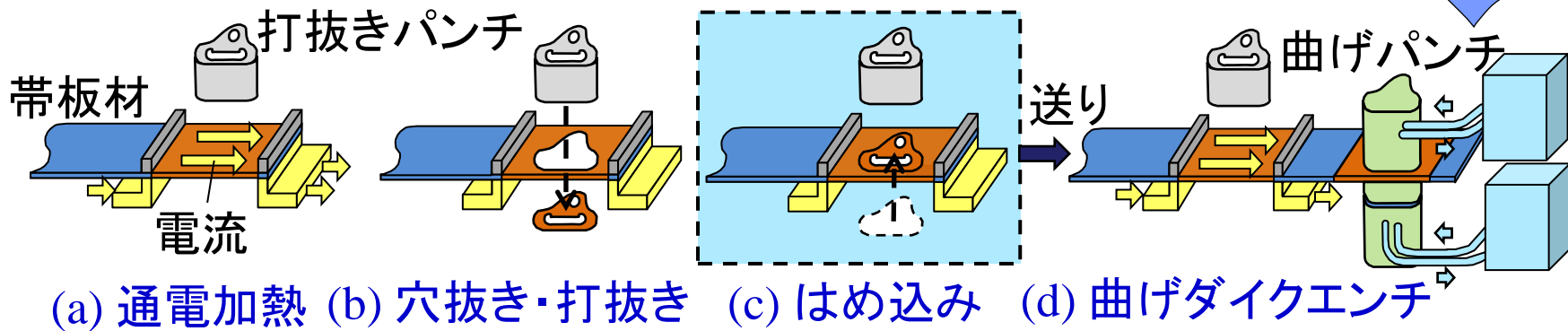
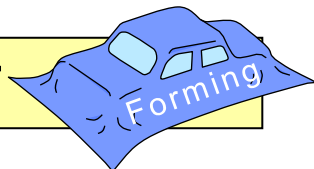
# 通電加熱後 0.5 sにおける板材の温度分布



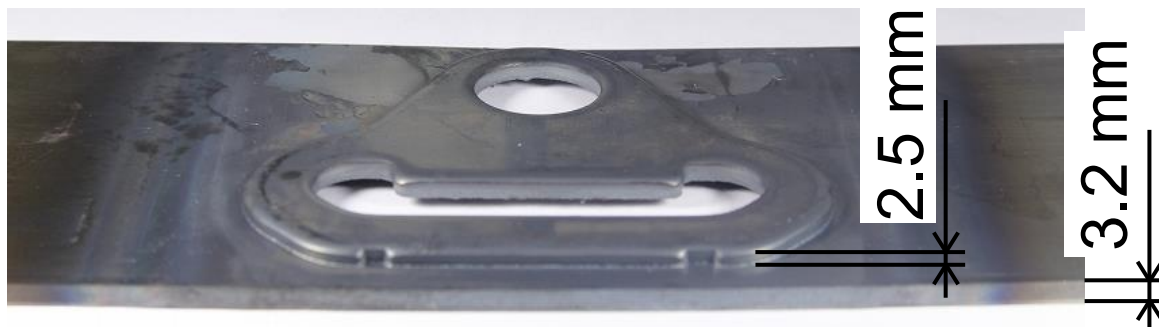
平編銅線



# 穴抜き・打抜き後はめ込みされた帯板材

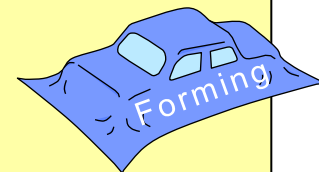


(a) パンチ側



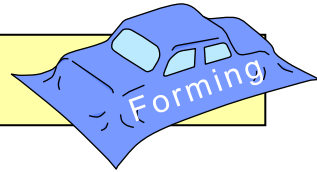
(b) ダイス側

# 各種加熱温度における 穴抜き部切口面と切口断面



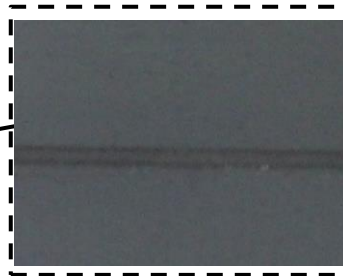
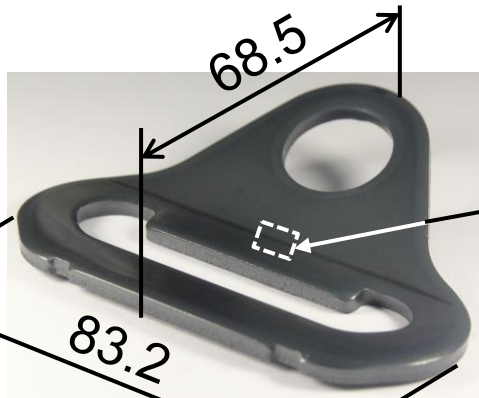
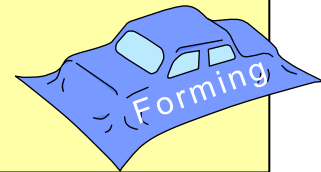
	冷間	$T = 900\text{ }^{\circ}\text{C}$	$T = 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$
切口面			
			<p>だれ <span style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> 1mm</p> <p>せん断面</p> <p>破断面</p>
切口断面	<p>← <math>\text{Ø}19.89</math></p>	<p>← <math>\text{Ø}19.71</math></p>	<p>← <math>\text{Ø}19.64</math></p> <p>穴直径</p>

# 通電加熱2工程順送ホットスタンピング



1. 通電加熱2工程順送ホットスタンピング方法
2. 第1工程の通電加熱および穴抜き・打抜き結果
3. 第2工程の曲げダイクエンチおよび2連続成形結果

# 水冷金型を用いた通電加熱および炉加熱後 ホットスタンピングされた成形品 ( $t = 20$ s)



酸化膜剥離なし

$T = 900$  °C

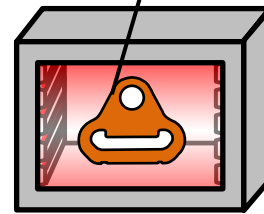


酸化膜剥離あり

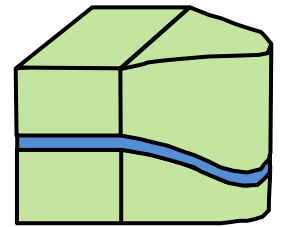
$T = 1000$  °C

(a) 通電加熱

第1工程で打抜いたブランク



搬送



炉加熱  $1000$  °C  
( $210$  s)

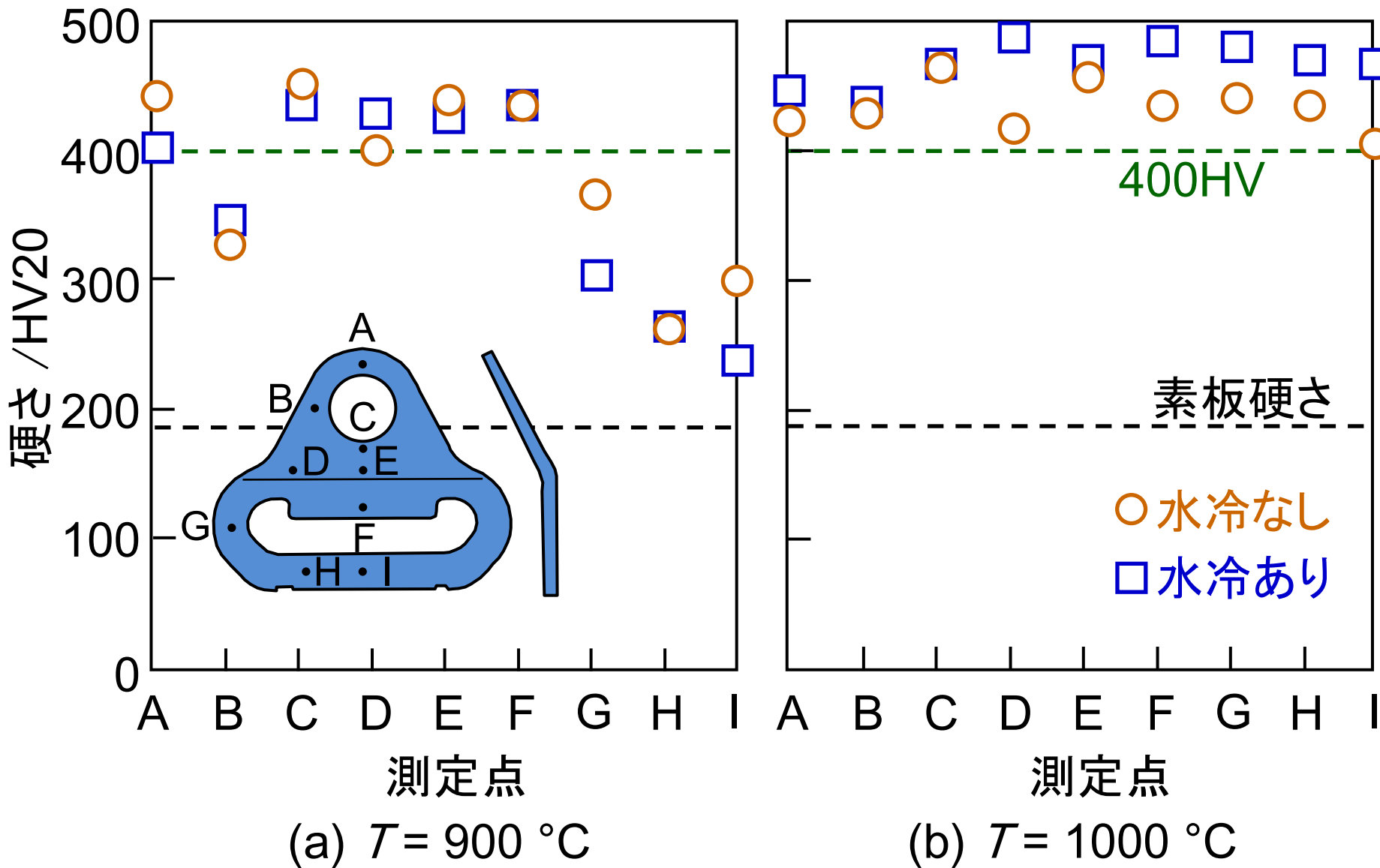
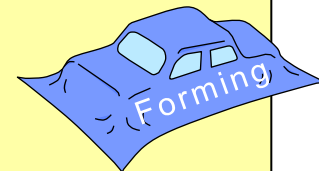
ダイクエンチ  
( $t = 20$  s)



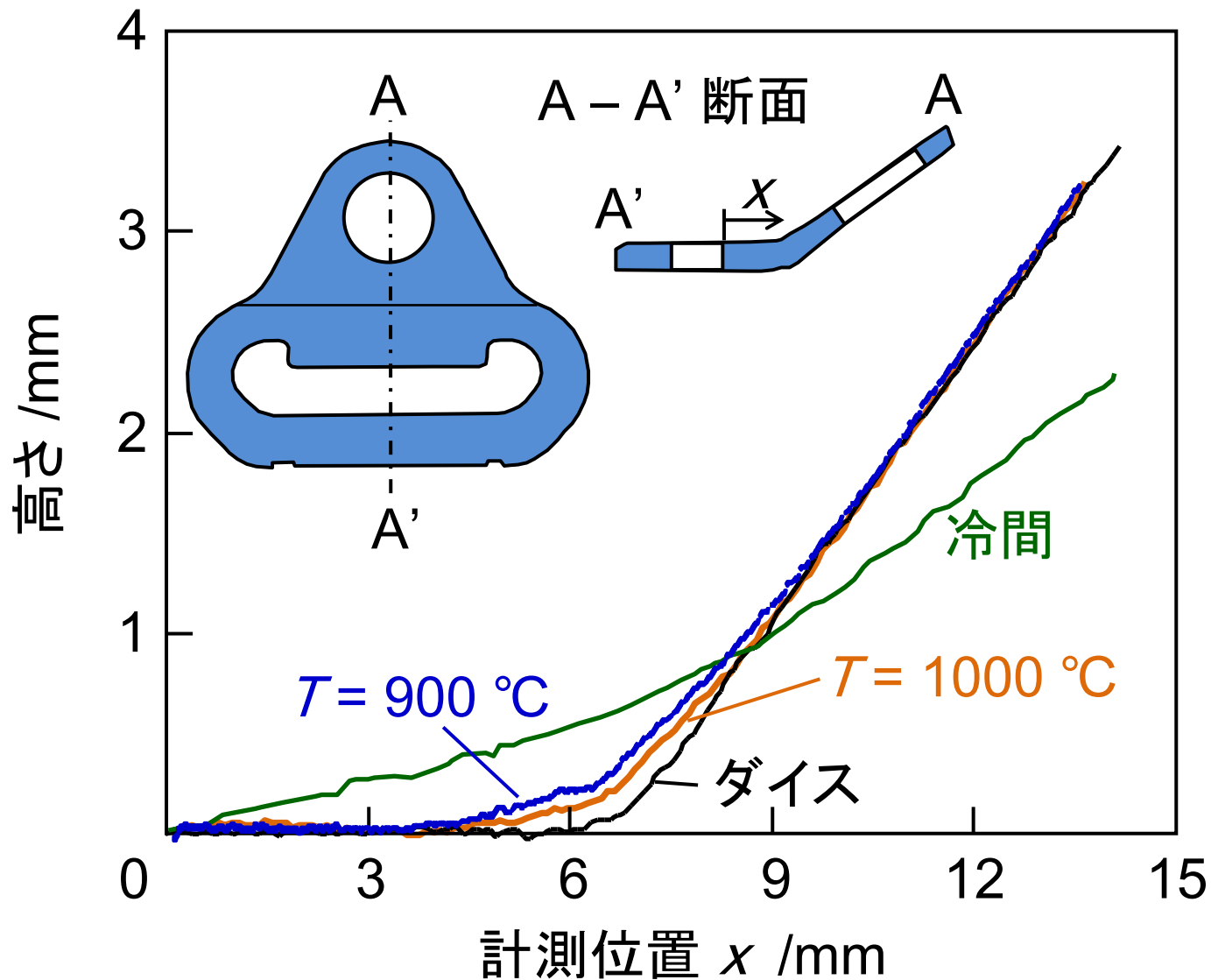
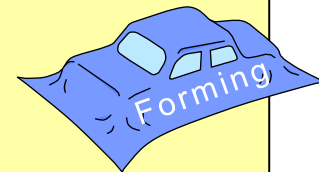
酸化スケール: 多

(b) 炉加熱

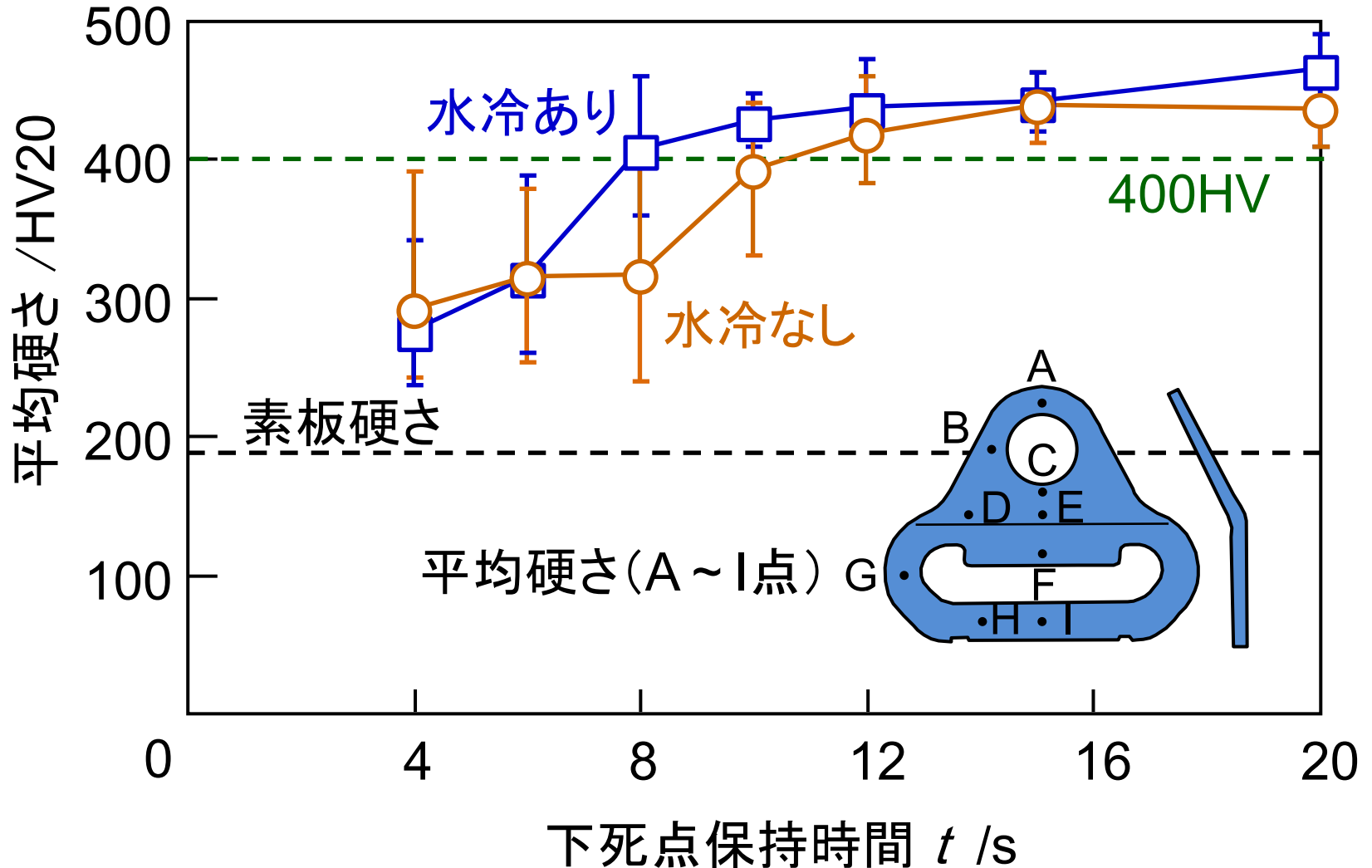
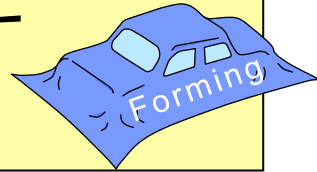
# 各種加熱温度における水冷ありなしの 成形品各部の表面硬さ ( $t = 20 \text{ s}$ )



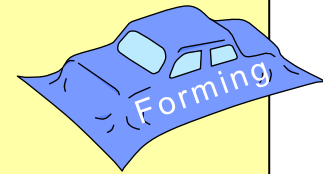
# 各種加熱温度における水冷ありの成形品形状 ( $t = 20 \text{ s}$ )



# 水冷の有無における成形品硬さに及ぼす 下死点保持時間の影響 ( $T = 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ )



# 2連続成形後の帯板材外観および水冷の有無 におけるダイクエンチ後のパンチ温度 ( $T=1000^{\circ}\text{C}$ , $t=20\text{s}$ )



## 帯板材外観

3回目  
(第1工程のみ成形)



2回目

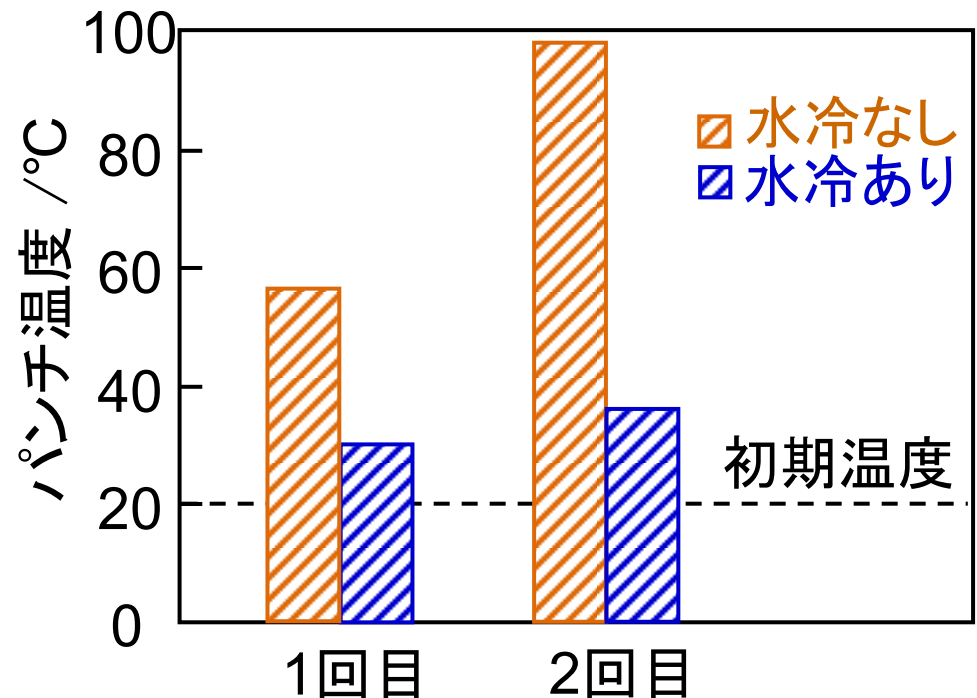
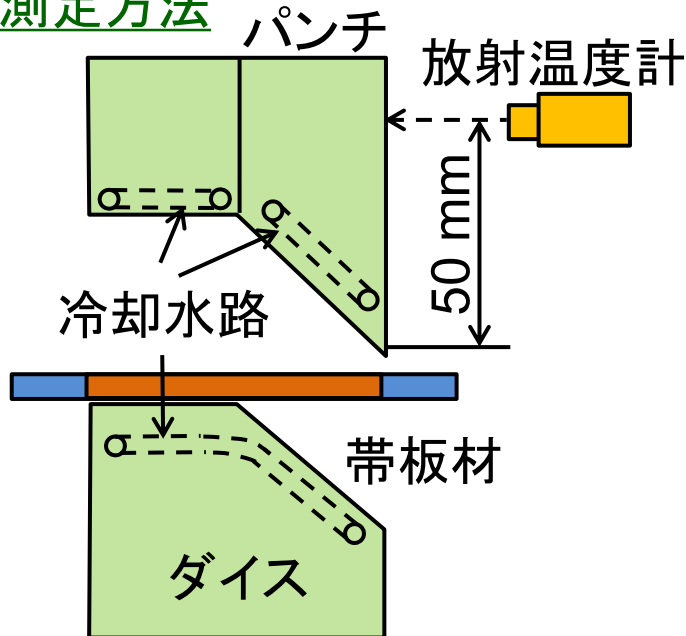


1回目



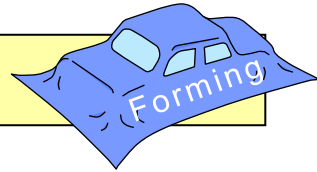
100 mm

## 温度測定方法





## まとめ



1. 第1工程において帯板材を通電加熱直後に穴抜き・打抜きを行い，抜かれたブランクを板材にはめ込んで第2工程に送り，曲げダイクエンチを行った．
2.  $T = 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ の成形品において十分な焼入れ硬さが得られ，スプリングバックも低減した．
3. 水冷金型によって下死点保持時間が短縮され，2連続成形においてダイクエンチ工具が昇温抑制された．