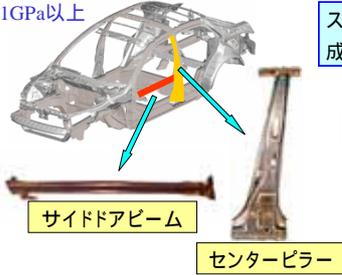


## 超高張力鋼板の熱間プレス成形

豊橋技術科学大学 森謙一郎

超ハイテン:  
1GPa以上



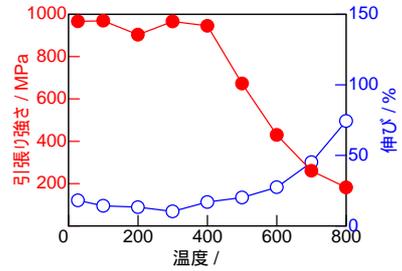
スプリングバック:大  
成形性:低

熱間プレス成形

変形抵抗:小  
延性:大  
ダイクエンチ

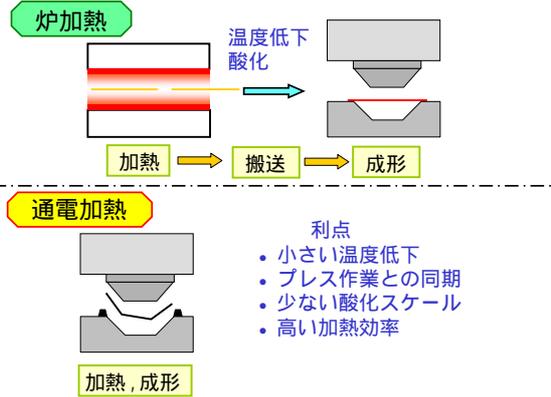
## 超高張力鋼板の高温引張り特性

SPFC980Y, 板厚 1.2mm



1. 通電型内加熱を用いた温・熱間プレス成形
2. 熱間プレス成形におけるダイクエンチ
3. 熱間プレス成形におけるプレコートスケール抑制剤による表面酸化の低減
4. 温・熱間せん断加工

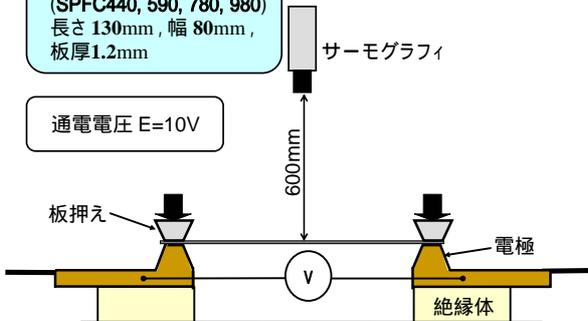
## 通電型内加熱を用いた温・熱間プレス成形



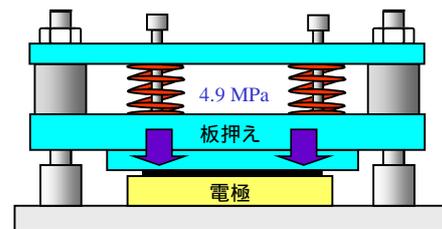
## 通電加熱実験

高張力鋼板  
(SPFC440, 590, 780, 980)  
長さ 130mm, 幅 80mm,  
板厚 1.2mm

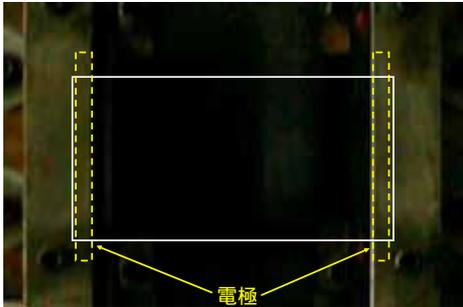
通電電圧 E=10V



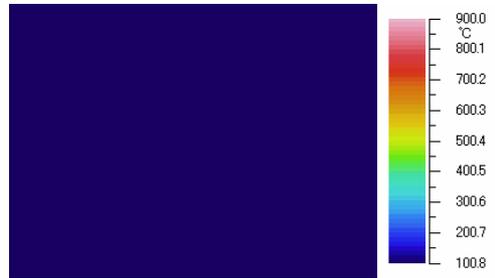
## 板押えの構造



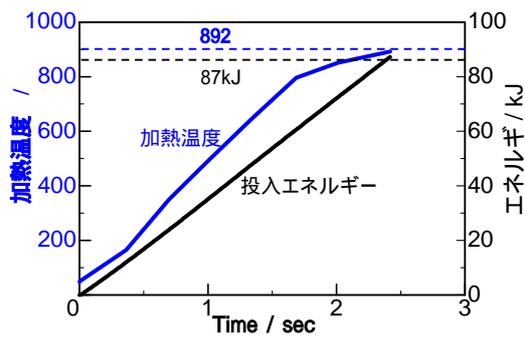
通電加熱の映像 (SPFC980)



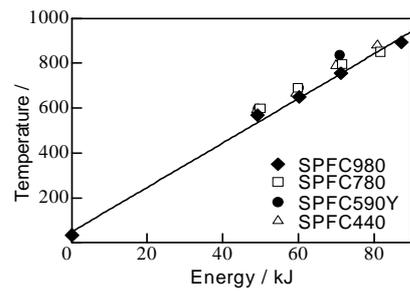
通電加熱中のサーモグラフィ映像 (SPFC980)



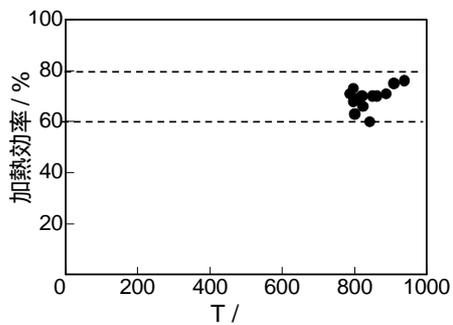
加熱温度と投入エネルギーの時間変化(SPFC980)



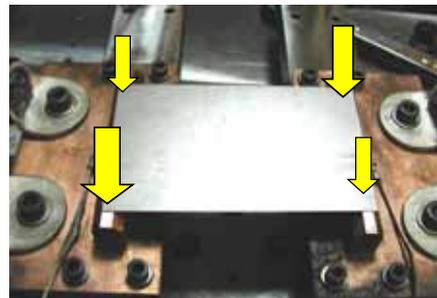
温度と投入エネルギーの関係



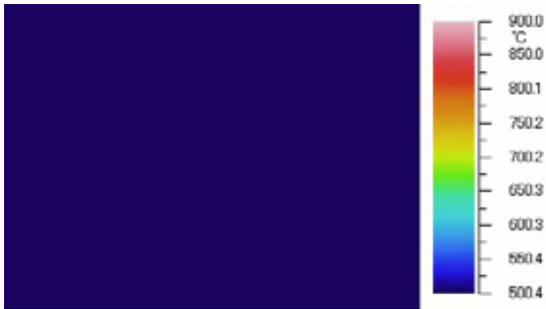
加熱効率



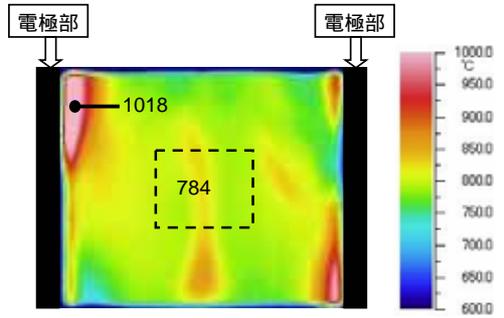
面圧不均一の影響



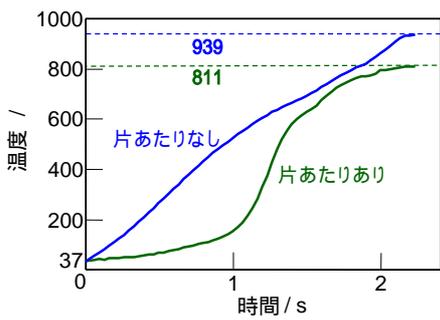
面圧不均一における温度分布



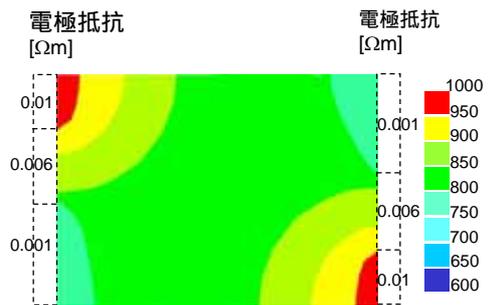
面圧不均一における温度分布



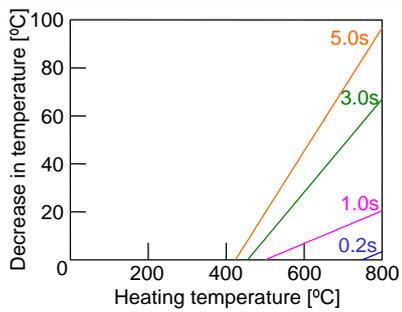
面圧不均一の影響 (t=1.2mm, E=10V)



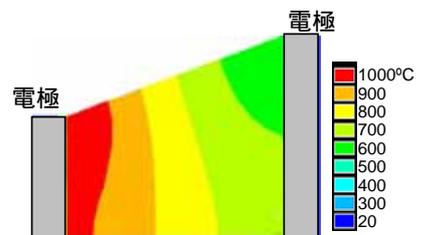
面圧不均一における温度分布の計算結果



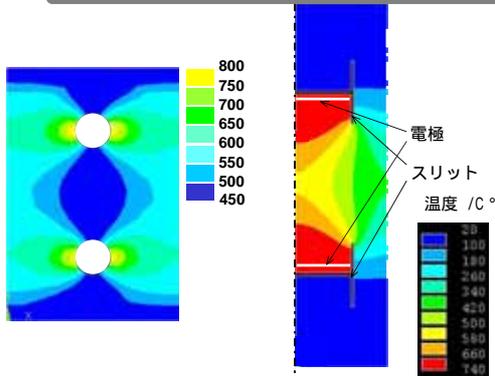
最高温度からの冷却度合い (SPFC980Y)



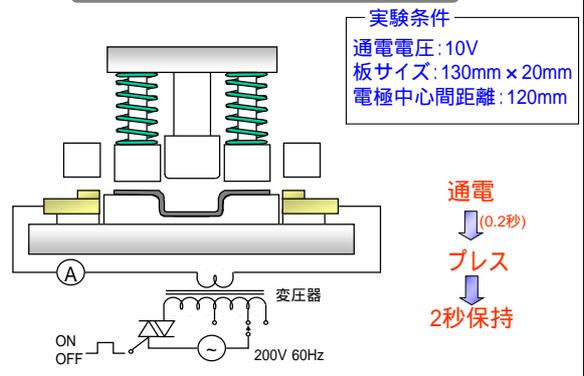
温度分布の有限要素シミュレーション



### 温度分布の有限要素シミュレーション



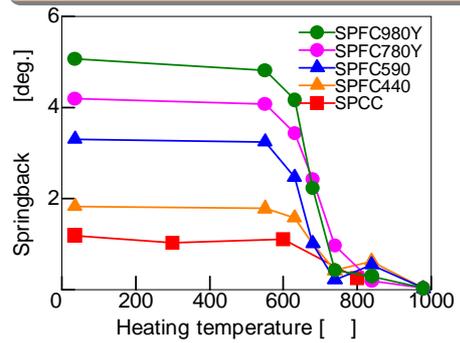
### 通電加熱ハット曲げ成形装置



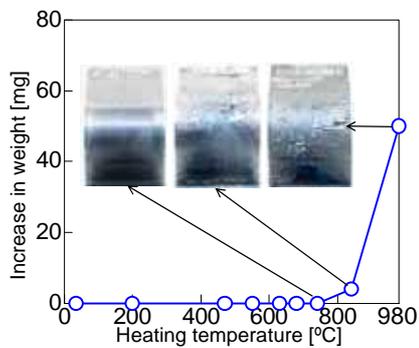
### ハット曲げの成形体 (SPFC980Y)



### ハット曲げ加工におけるスプリングバックと加熱温度の関係



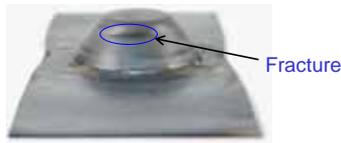
### ハット曲げ後の酸化スケール発生状況 (SPFC980Y)



### 800°Cにおける絞り成形 (SPFC980Y)



絞り成形体(SPFC980Y)



(a) 600°C



(b) 800°C

1. 通電型内加熱を用いた温・熱間プレス成形
2. 熱間プレス成形におけるダイクエンチ
3. 熱間プレス成形におけるプレコートスケール抑制剤による表面酸化の低減
4. 温・熱間せん断加工

実験材料

超高張力鋼板 SPFC980Y, SAFC980D

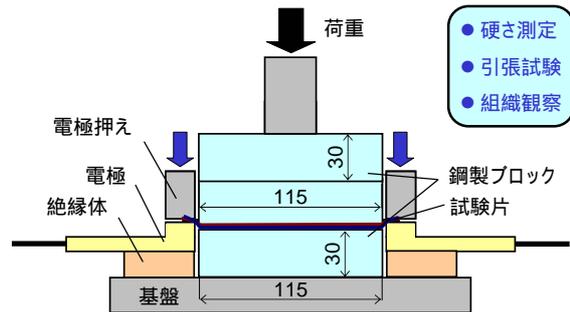
主要成分組成 (mass%)

	C	Si	Mn	P	S
SPFC980Y	0.14	1.00	2.23	0.010	0.0039
SAFC980D	0.13	0.90	2.24	0.012	0.0036

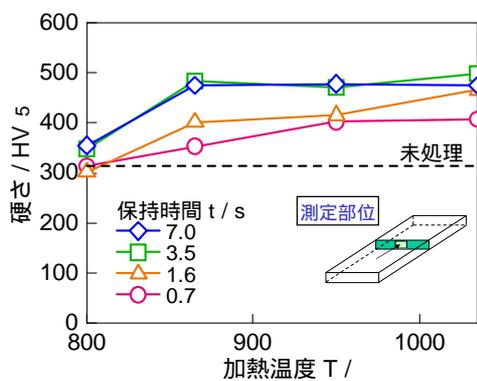
はさみ込みクエンチ実験方法

試験片材質: SPFC980Y  
試験片寸法: 130<sup>L</sup> × 20<sup>W</sup> × 1.2<sup>T</sup>

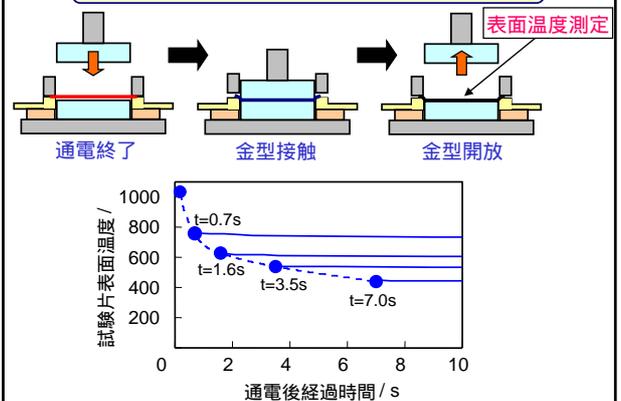
加熱温度 T=800,865,950,1035  
はさみ込み保持時間 t=0.7,1.6,3.5,7.0s

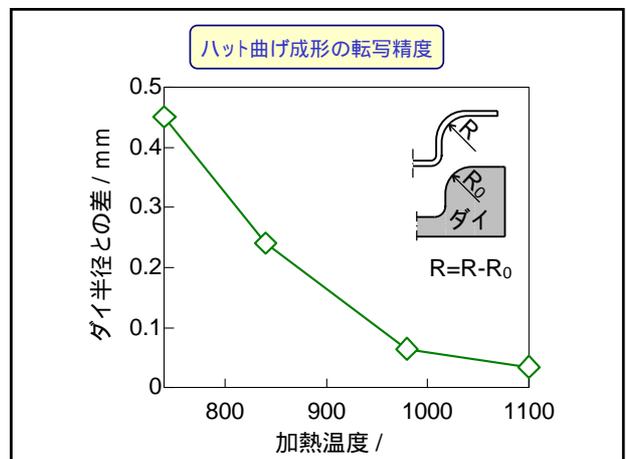
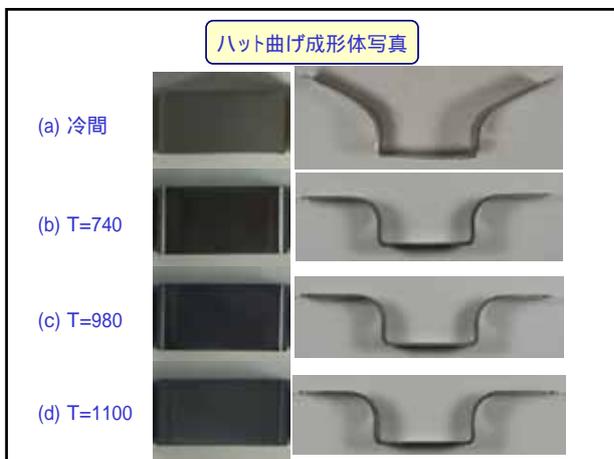
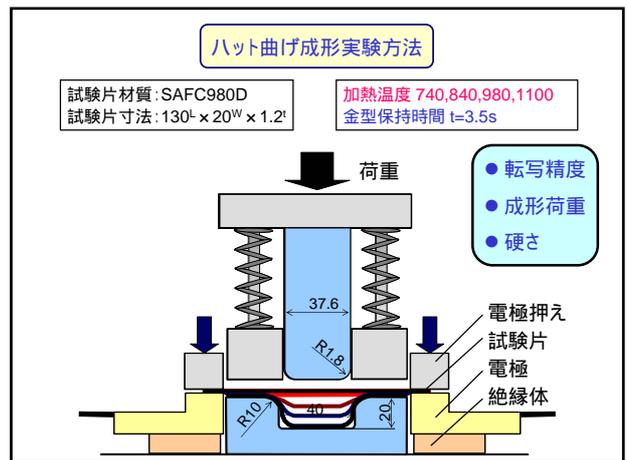
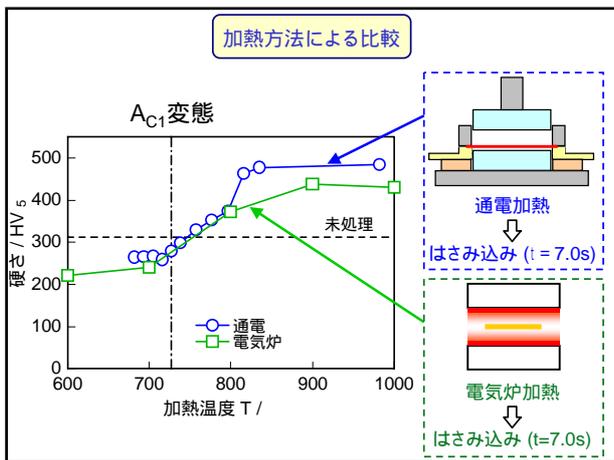
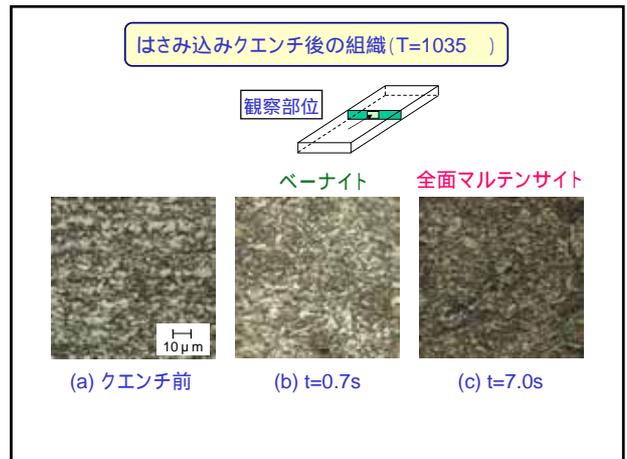
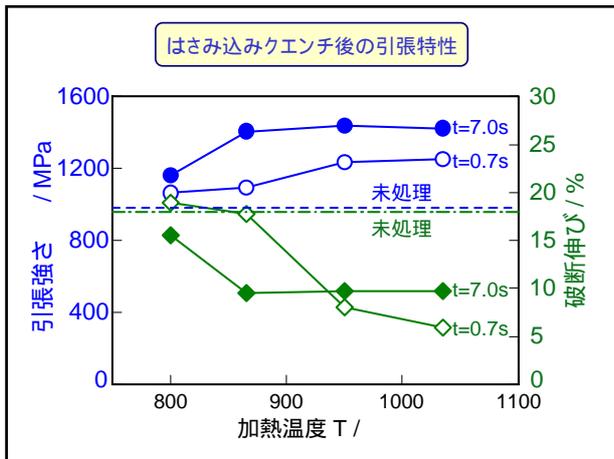


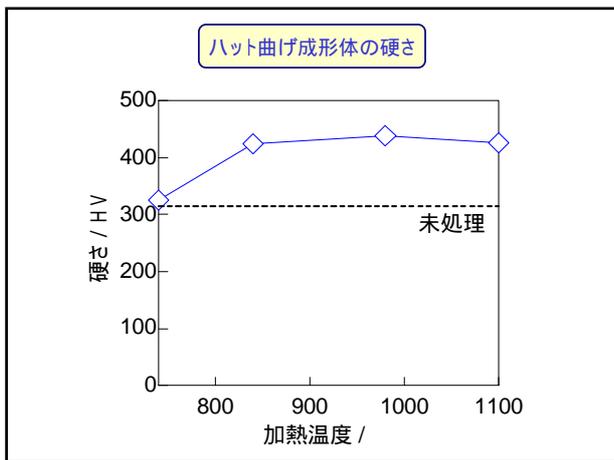
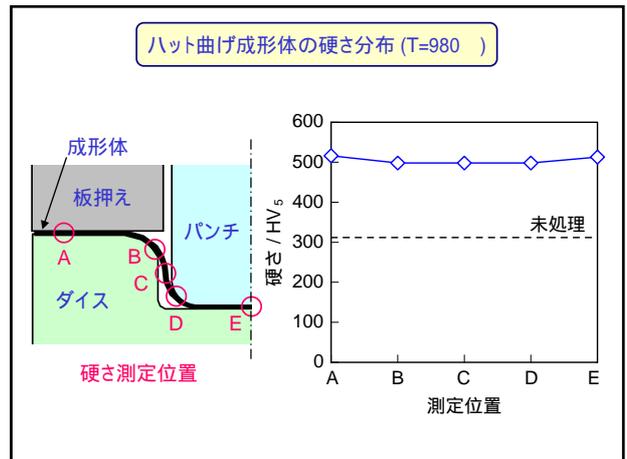
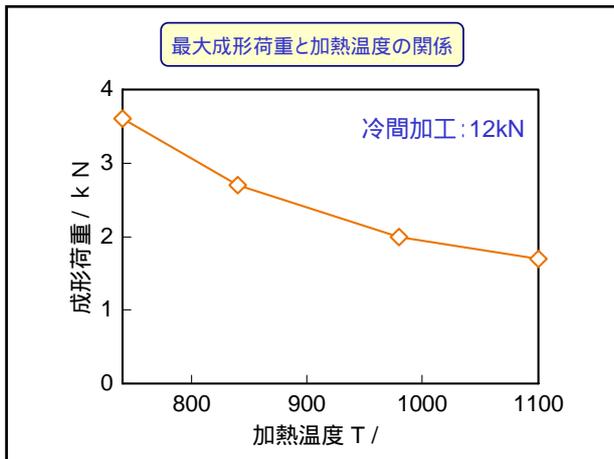
加熱温度, はさみ込み保持時間の硬さへの影響



通電後経過時間と試験片表面温度の関係 (1035)







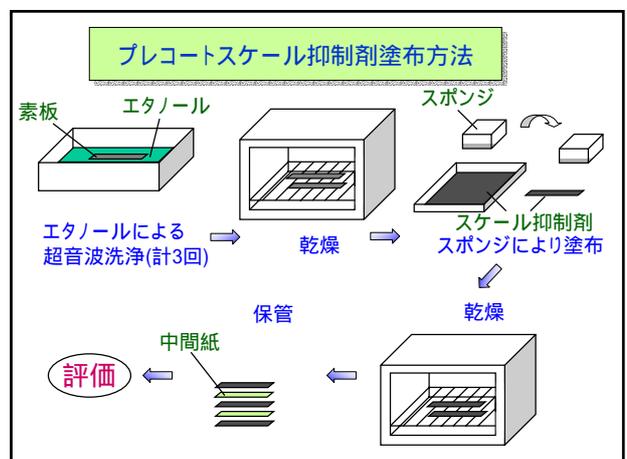
1. 通電型内加熱を用いた温・熱間プレス成形
2. 熱間プレス成形におけるダイクエンチ
3. 熱間プレス成形におけるプレコートスケール抑制剤による表面酸化の低減
4. 温・熱間せん断加工

加熱のみによるプレコートスケール抑制剤評価実験

使用鋼板  
980MPa級高張力鋼板, 1.2mm

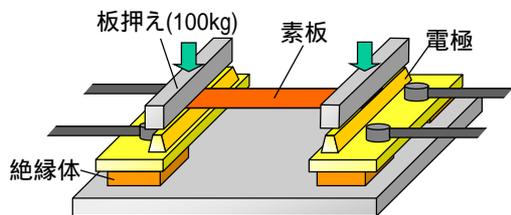
評価したスケール抑制剤

剤種	A	B	C	D
防錆元素	K,B,C,Na	Si,Na	Ca	C
タイプ	液化皮膜	犠牲酸化	犠牲酸化	犠牲酸化



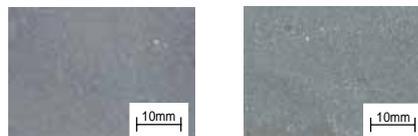
### 酸化評価実験条件

通電電圧: 10V  
 試験温度: 740, 840, 980, 1100  
 試験片: 長さ130mm, 幅20mm, 板厚1.2mm

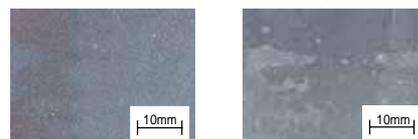


通電加熱: 急速, 約2秒で 900      酸化スケール低減

### プレコートスケール抑制剤評価実験結果

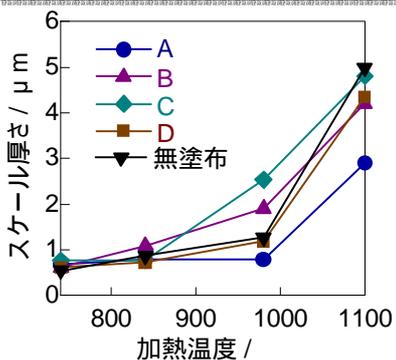


(a) 740      スケール抑制剤A      (b) 980



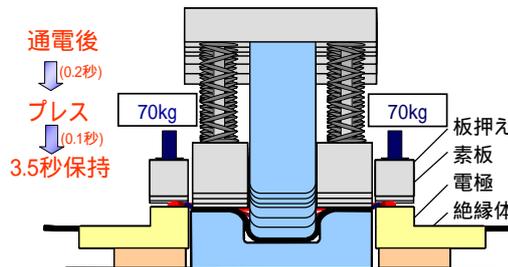
(a) 740      防錆剤C      (b) 980

### スケール厚さと加熱温度の関係



### プレコート防錆剤を用いたハット曲げ成形実験条件

通電電圧: 10V  
 試験温度: 740, 840, 980, 1100  
 試験片: 長さ130mm, 幅20mm, 板厚1.2mm

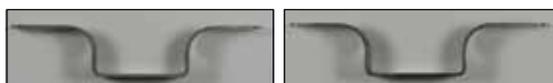


### ハット曲げ成形品



(a) 740

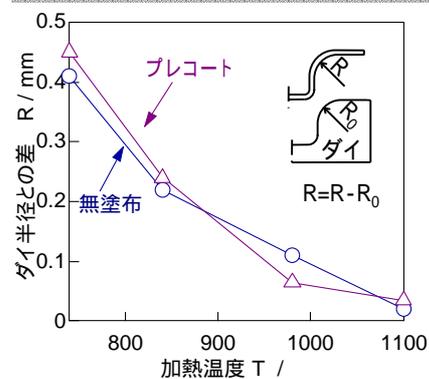
(b) 840

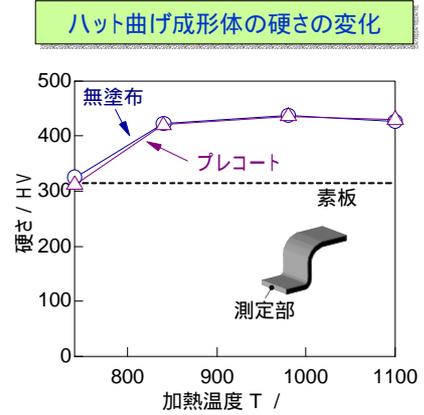
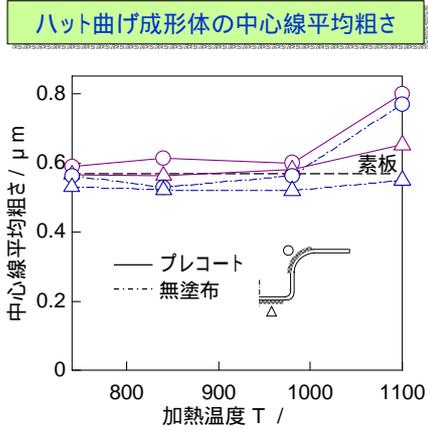


(c) 980

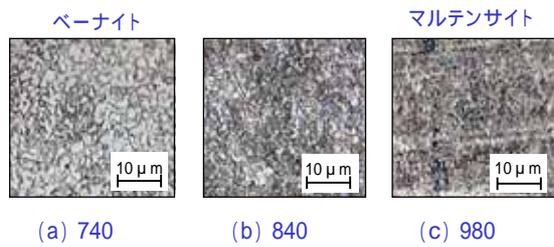
(d) 1100

### ハット曲げ成形体の肩R部の転写精度

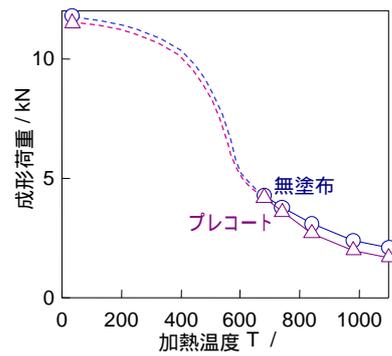




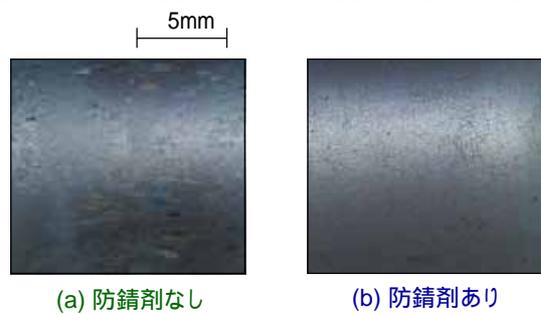
### ハット曲げ成形体底面板厚中央部の組織写真



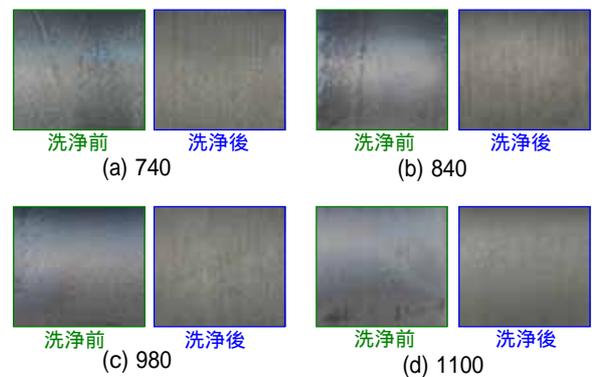
### ハット曲げにおける成形荷重の変化



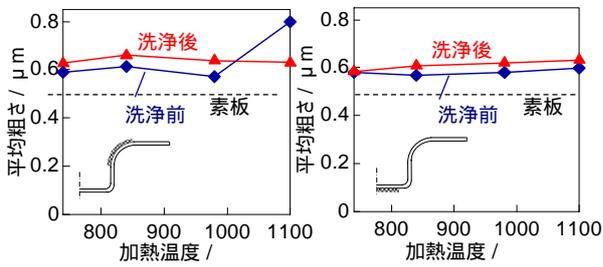
### 模擬高温炉加熱: 980°C加熱して5秒後に曲げ加工を行った成形体の肩R部表面



### 洗浄前と後の表面写真(肩R部)



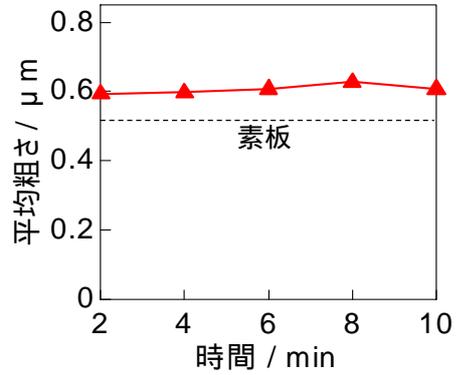
洗浄前と洗浄後における表面粗さの違い



(a) 肩R部

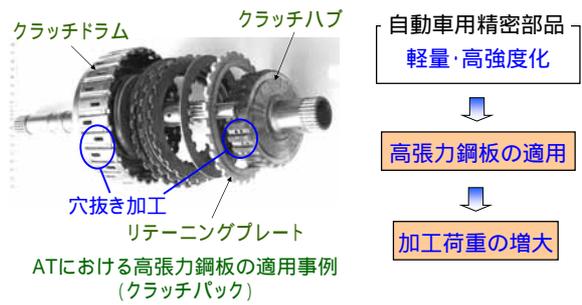
(b) 底部

リン酸洗浄の影響



1. 通電型内加熱を用いた温・熱間プレス成形
2. 熱間プレス成形におけるダイクエンチ
3. 熱間プレス成形におけるプレコートスケール抑制剤による表面酸化の低減
4. 温・熱間せん断加工

超高張力鋼板の温・熱間せん断加工

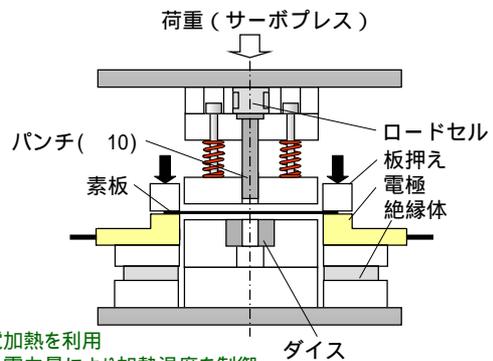


穴抜き実験条件

- ・試験片  
長さ130mm, 幅50mm, 板厚2.0mm
- ・穴抜きパンチ  
直径: 10mm  
材質: SKH51 (TiCNコーティング)

加熱温度 $T /$	650, 700, 830, 970, 1070
クリアランス $C / \%$	5, 10, 15
穴抜き速度 $V / \text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$	100, 150

熱間穴抜き実験装置

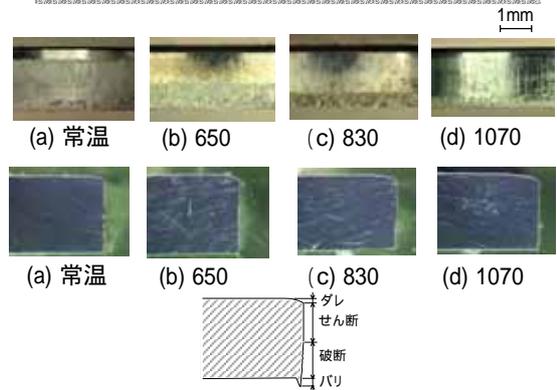


通電加熱穴抜き

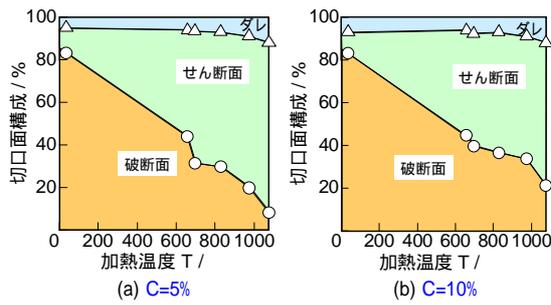
投入エネルギー: 81kJ T=1070  
C=5%, V=150mm/s



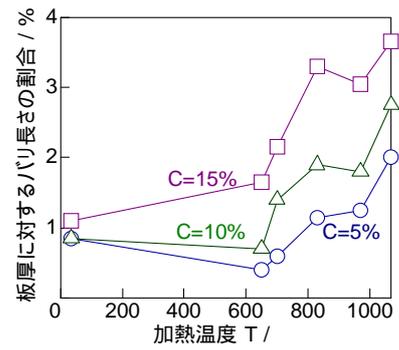
C=5%, V=150mm/sにおける各温度での切口面



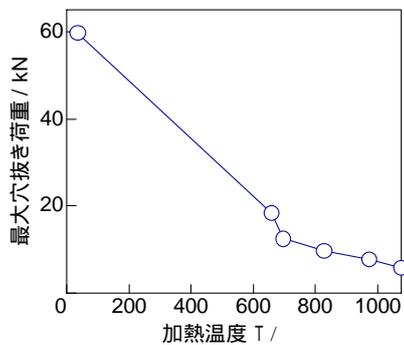
V=150mm/sにおける切口面構成の変化



V=150mm/sにおけるバリ長さの比率



C=5%, V=150mm/sにおける最大穴抜き荷重の変化



1. 通電型内加熱を用いた温・熱間プレス成形
2. 熱間プレス成形におけるダイクエンチ
3. 熱間プレス成形におけるプレコートスケール抑制剤による表面酸化の低減
4. 温・熱間せん断加工