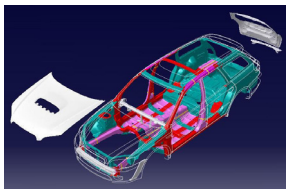
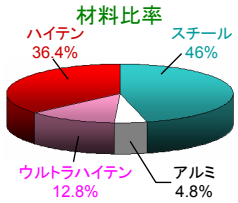
サーボプレスを用いた超高張力鋼板の温・熱間せん断加工

豊橋技術科学大学　森謙一郎



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

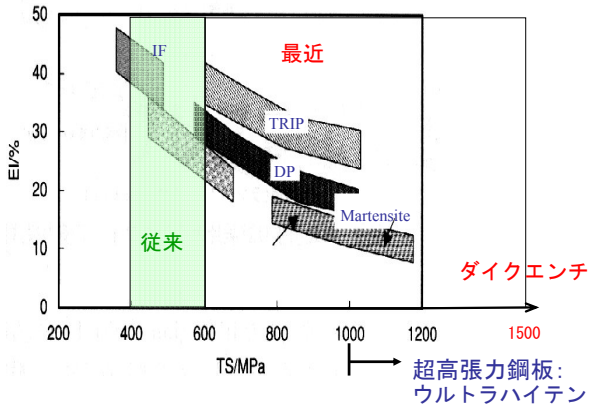
サーボプレスを用いた超高張力鋼板の成形

1) 超高張力鋼板とサーボプレス

2) 全体加熱穴抜き加工

3) せん断領域局部穴抜き加工

高張力鋼板の強度



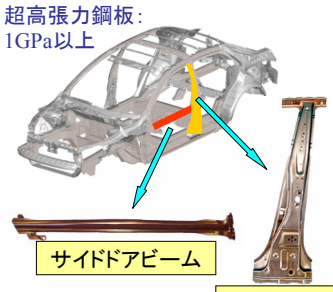
自動車用板材の比強度の比較

板材	引張強さ	比重	比強度
超高張力鋼板	980～1470MPa	7.8	126～188MPa
従来高張力鋼板	490～790MPa	7.8	63～101MPa
軟鋼板　SPCC	340MPa	7.8	44MPa
アルミ合金板 A6061(T6処理材)	310MPa	2.7	115MPa

- 低価格
- 成形に関するノウハウの蓄積

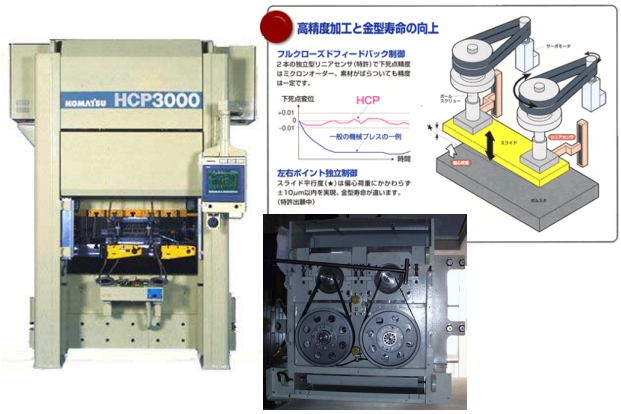
超高張力鋼板のプレス成形

超高張力鋼板：
1GPa以上

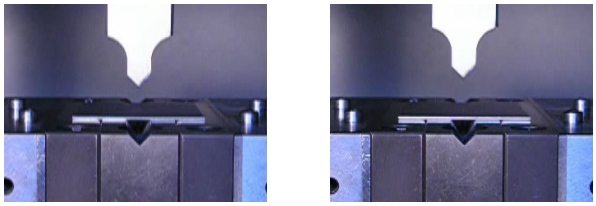


スプリングバック：大
成形性：低

サーボプレス(80tonf)



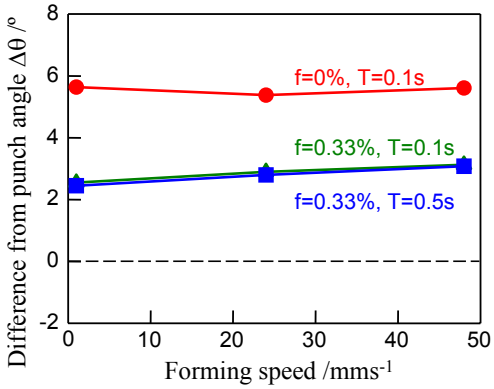
V曲げの変形挙動



(a) SPCC　　(b) SPFC980

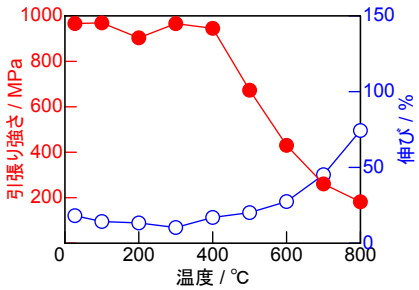
設定加工速度：25mm・s^{-1}

V曲げにおけるスプリングバック角度と加工速度の関係

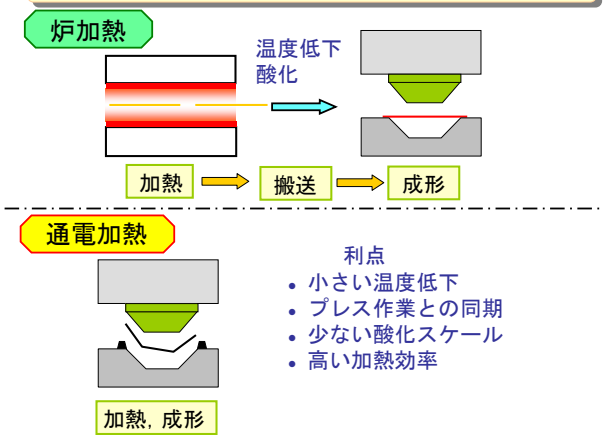


超高張力鋼板の高温引張り特性

SPFC980Y，板厚 1.2mm

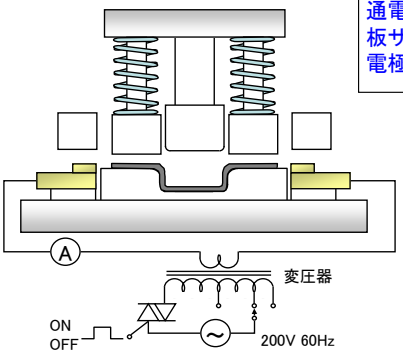


通電型内加熱を用いた温・熱間プレス成形



利点
- 小さい温度低下
- プレス作業との同期
- 少ない酸化スケール
- 高い加熱効率

通電加熱ハット曲げ成形装置

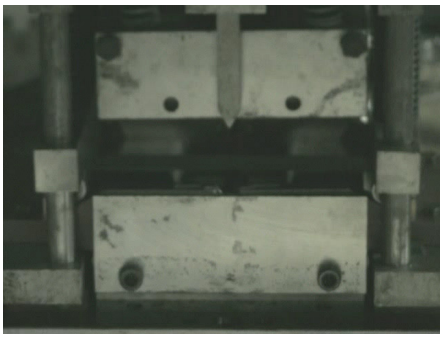


実験条件
通電電圧：10V
板サイズ：130mm×20mm
電極中心間距離：120mm

通電
↓(0.2秒)
プレス
↓
2秒保持

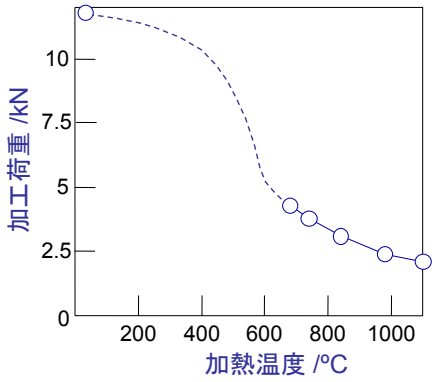
サーボプレス：
加熱直後にプレス

980 ℃における通電加熱ハット曲げ成形

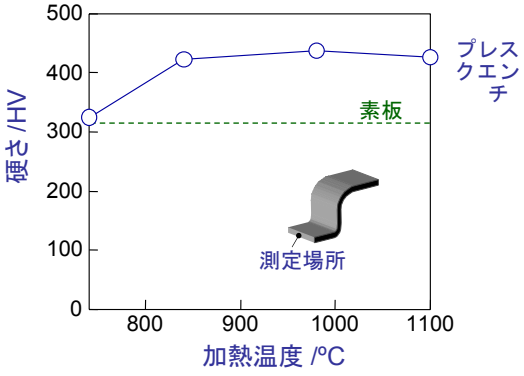


ハット曲げの成形体（SPFC980Y）

加工荷重と加熱温度の関係



硬さと加熱温度の関係



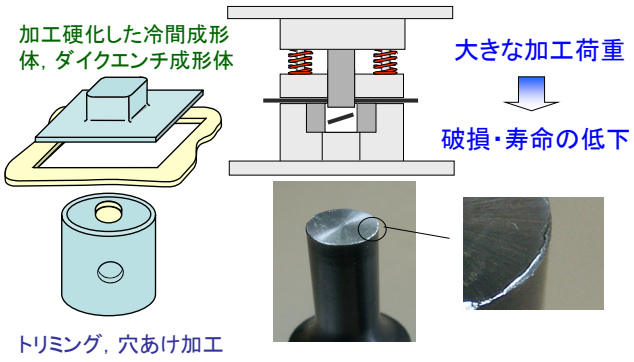
サーボプレスを用いた超高張力鋼板の成形

1) 超高張力鋼板とサーボプレス

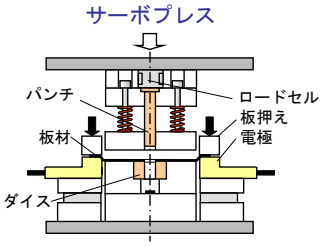
2) 全体加熱穴抜き加工

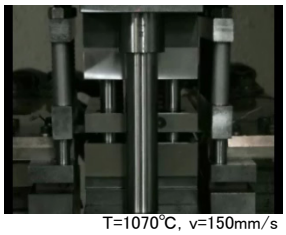
3) せん断領域局部穴抜き加工

超高張力鋼板のせん断加工



全体加熱せん断加工における切口面性状





T=1070℃，v=150mm/s

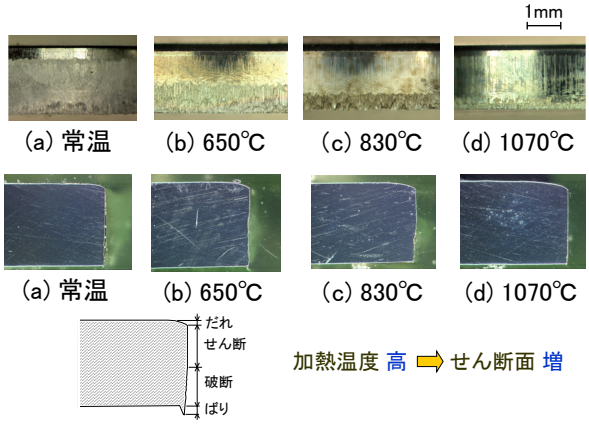
・板材
超高張力鋼板：SPFC980
長さ130mm，幅50mm，板厚2.0mm
・穴抜きパンチ
直径：10.0mm
材質：SKH51（TiCNコーティング）

サーボプレス：加熱直後にプレス

実験条件

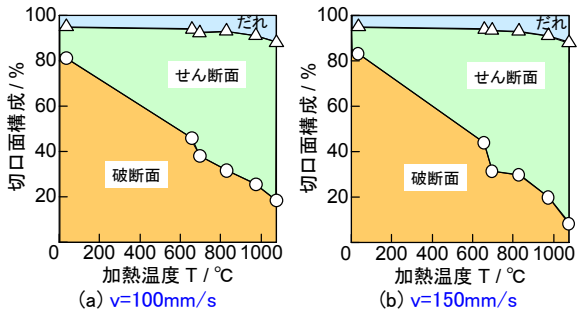
加熱温度 T / ℃	650～1070
クリアランス c / %	5, 10, 15
穴抜き速度 v / mm・s^{-1}	100, 150

c=5%, v=150mm/sにおける各温度での切口面



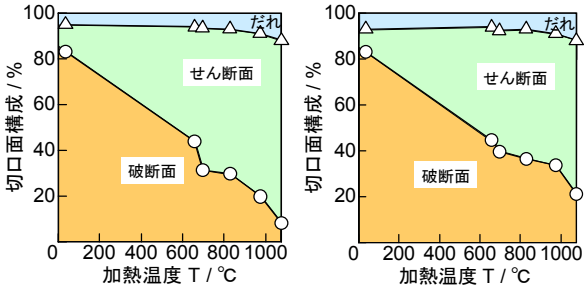
加熱温度 高 ➡ せん断面 増

c=5%における切口面構成の変化



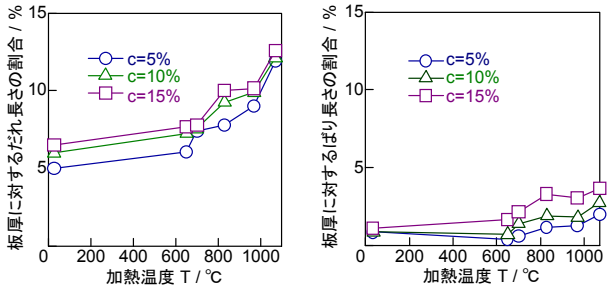
(a) v=100mm/s　(b) v=150mm/s

v=150mm/sにおける切口面構成の変化



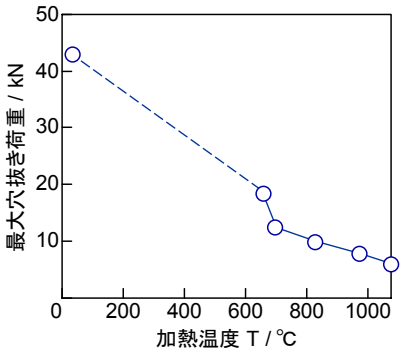
(a) c=5%　(b) c=10%

全体加熱せん断加工における切口面性状

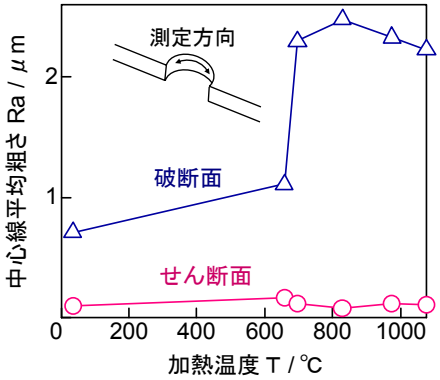


(a) だれ　(b) ばり

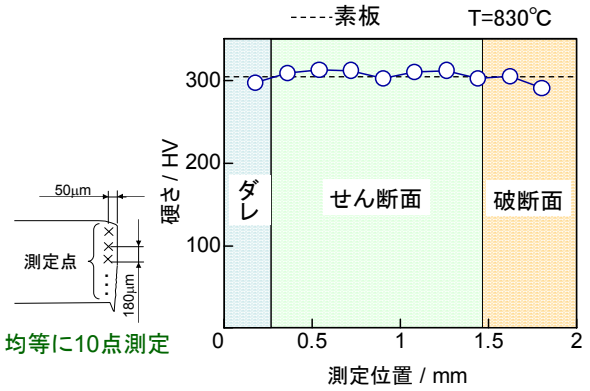
c=5%, v=150mm/sにおける最大穴抜き荷重の変化



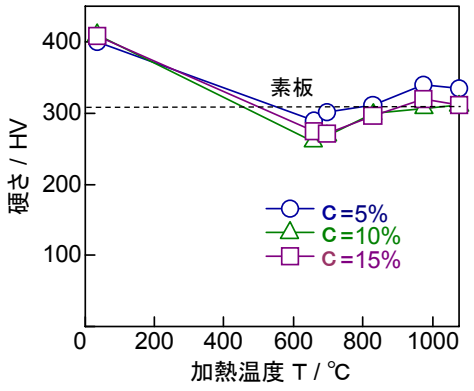
c=5%, v=150mm/sにおける中心線平均粗さの変化



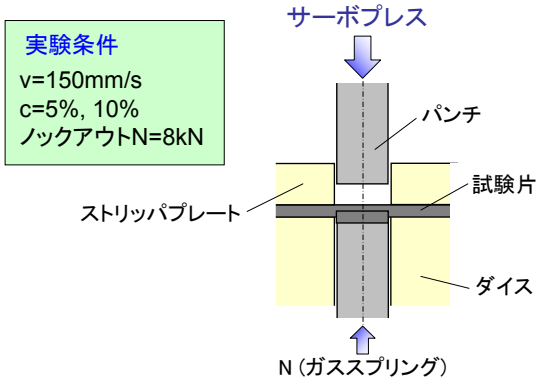
c=5%, v=150mm/sにおける切口面の硬さ分布



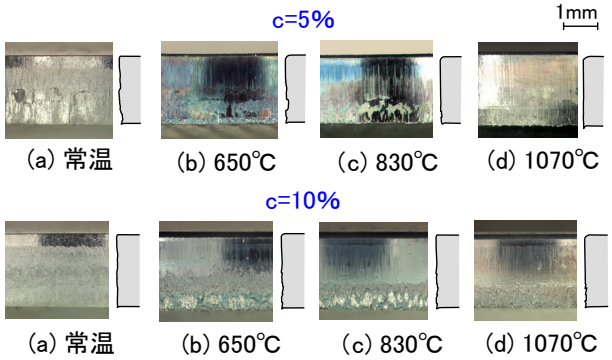
v=150mm/sにおける切口面の硬さの変化



ノックアウトを用いた穴抜き加工実験方法



ノックアウト有における切口面



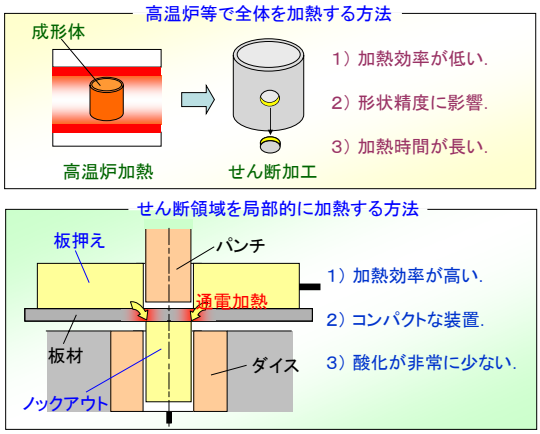
サーボプレスを用いた超高張力鋼板の成形

1) 超高張力鋼板とサーボプレス

2) 全体加熱穴抜き加工

3) せん断領域局部穴抜き加工

温・熱間穴抜き加工における問題点と局部加熱法

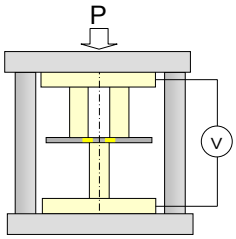


局部加熱実験

超高張力鋼板　板厚2.0mm

組　成　(mass%)

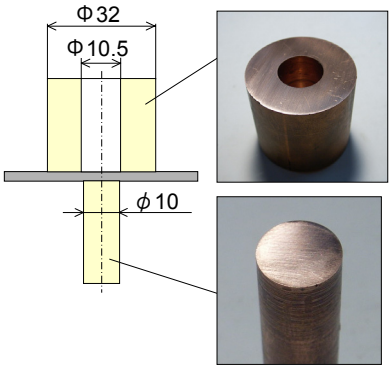
材質	C	Si	Mn	P	S
SPFC980	0.149	0.497	2.730	0.011	0.002

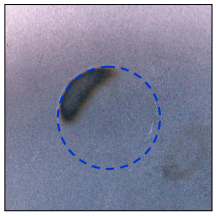


実験条件

通電電流 I / kA	8
投入電力量 Q / kJ	1～15
接触面圧 p / MPa	3.8～17.8

フラット形状電極を用いた局部加熱実験

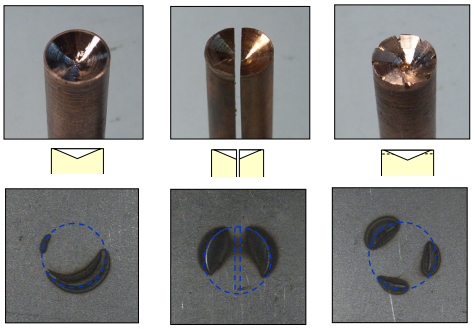




I＝8kA, Q=8kJ, p=6.3MPa

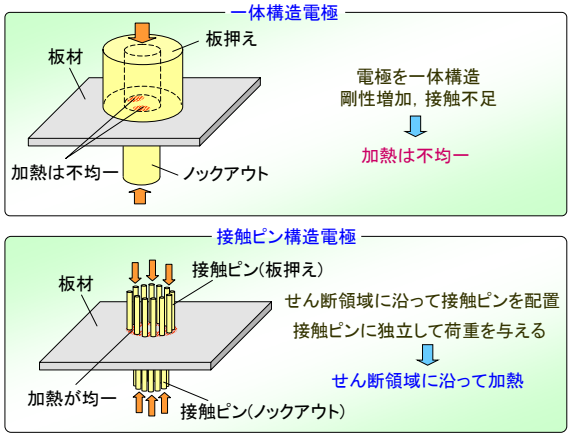
電極形状の違いによる加熱領域

凹電極　分割凹電極　溝付き凹電極

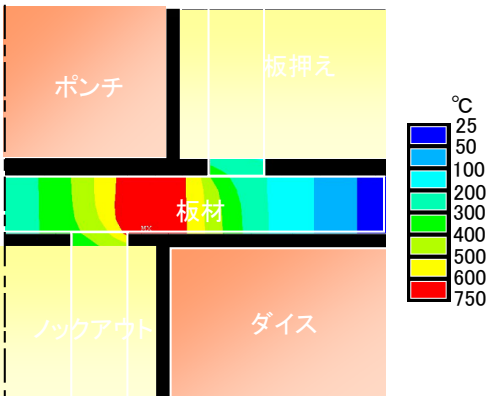


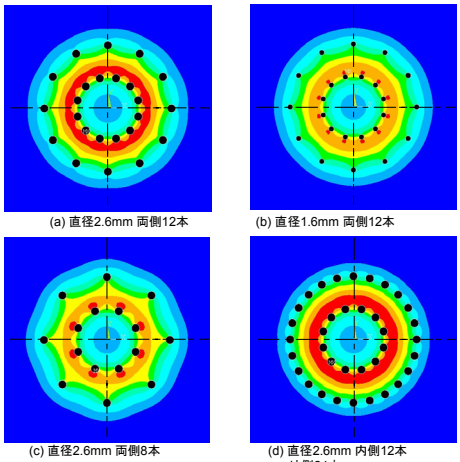
I＝8kA, Q=8kJ, p=6.3MPa

局部加熱における問題点と対策



局部加熱温度分布シミュレーション

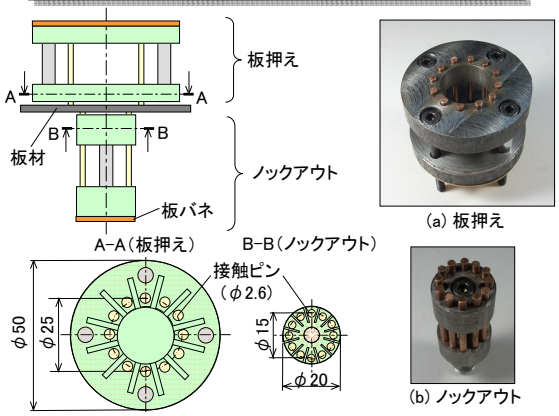




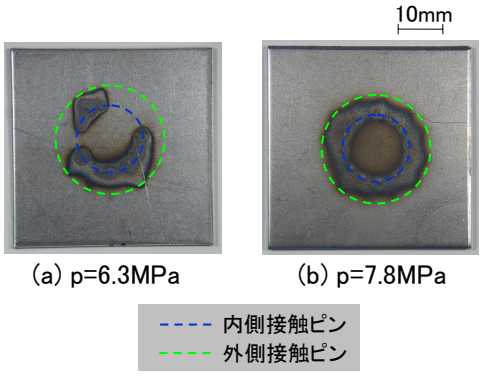
(a) 直径2.6mm 両側12本　(b) 直径1.6mm 両側12本

(c) 直径2.6mm 両側8本　(d) 直径2.6mm 内側12本 外側24本

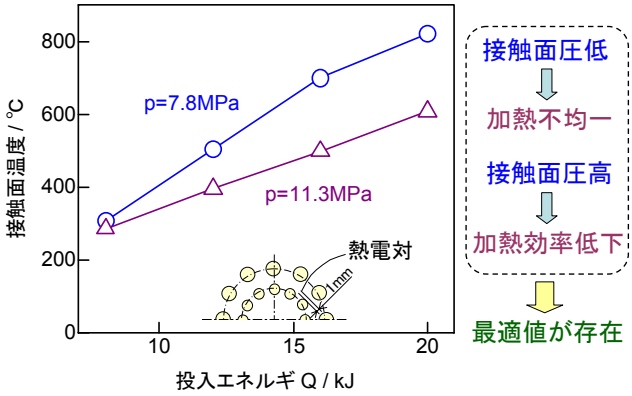
接触ピン構造電極を用いた局部加熱装置



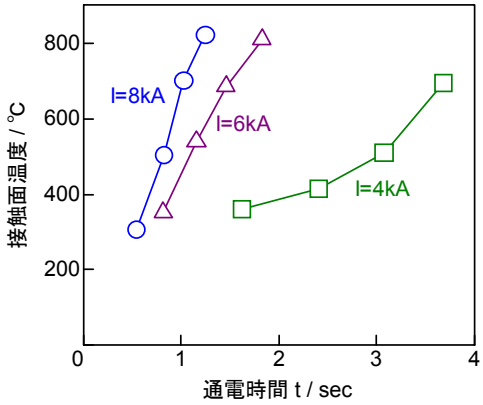
I=8kA, Q=16kJにおける加熱後の試験片



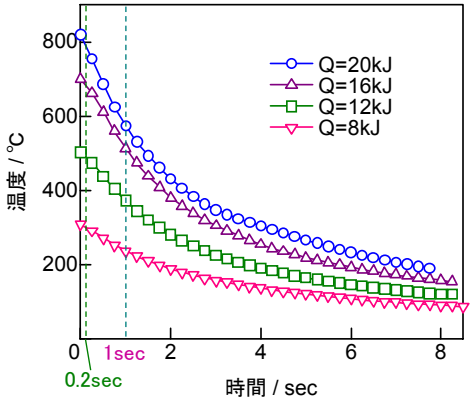
I=8kAにおける接触面温度と投入エネルギの関係



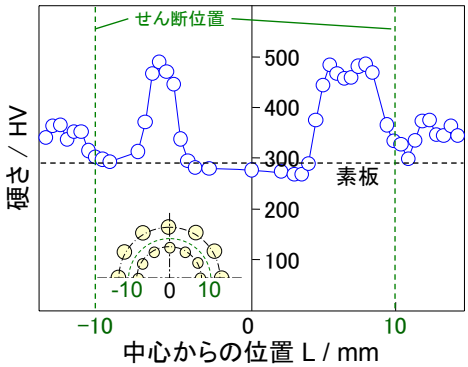
p=7.8MPaにおける接触面温度と通電時間の関係



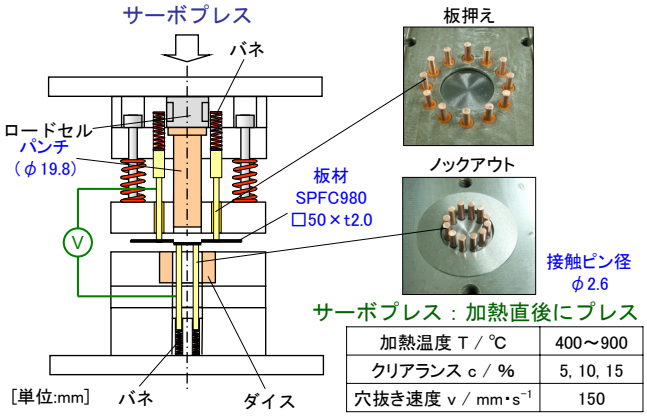
I=8kA, p=7.8MPaにおける通電後の温度変化



800℃加熱後の通電後板材の硬さ分布



接触ピンを用いた局部通電加熱穴抜き加工実験

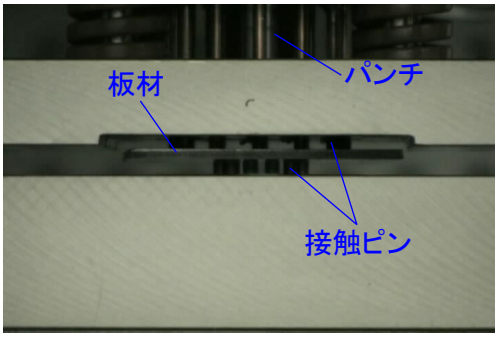


サーボプレス：加熱直後にプレス

加熱温度 T / ℃	400～900
クリアランス c / %	5, 10, 15
穴抜き速度 v / mm・s^{-1}	150

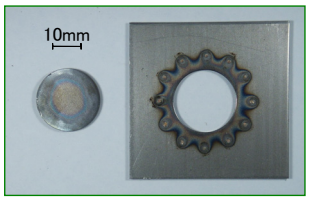
接触ピンを用いた局部加熱穴抜き動画

T=800℃, v=150mm/s

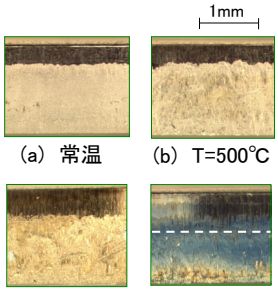


局部通電加熱穴抜き実験結果

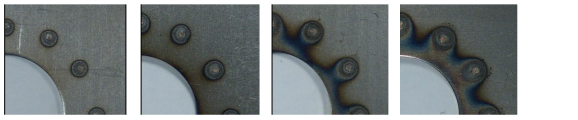
局部加熱穴抜き後の板材
（c=10%, v=150mm/s, T=800℃）

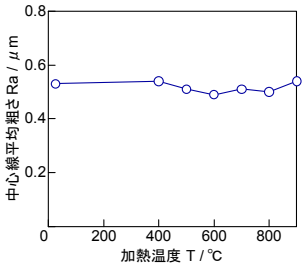


切口面性状の変化
（c=10%, v=150mm/s）

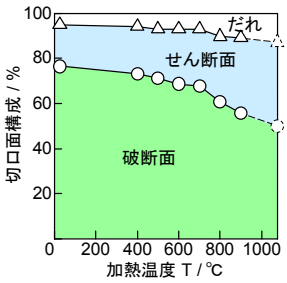


局部加熱後板材表面性状

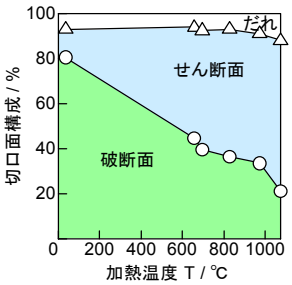




c=10%, v=150mm/sにおける切口面構成の比較

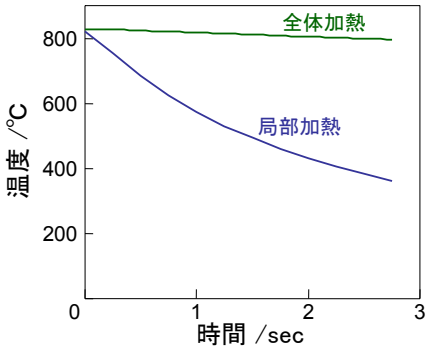


(a) 局部加熱

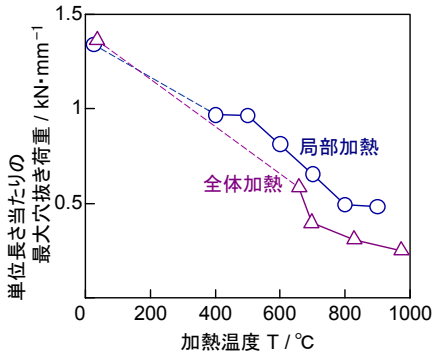


(b) 全体加熱

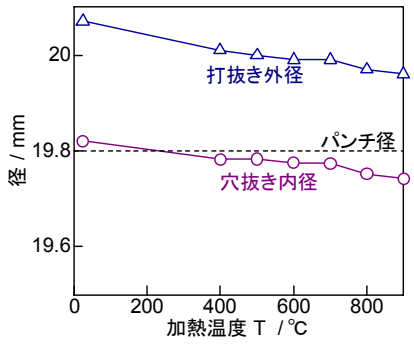
局部加熱と全体加熱における冷却速度の違い



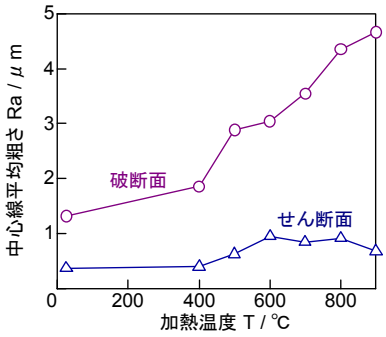
c=10%, v=150mm/sにおける最大穴抜き荷重の比較



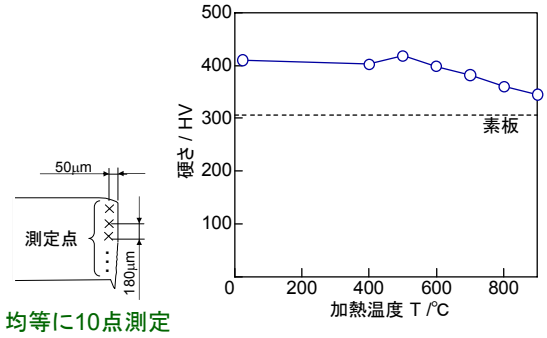
局部加熱後穴抜き径の変化



局部加熱後板材切口面の粗さ変化



局部加熱後板材切口面硬さの変化



サーボプレスを用いた超高張力鋼板の成形

1) 超高張力鋼板とサーボプレス

2) 全体加熱穴抜き加工

3) せん断領域局部穴抜き加工