

# 通電急速加熱を用いた超高張力鋼板の 温・熱間プレス成形とせん断加工

塑性加工研究室 齊藤 翔一

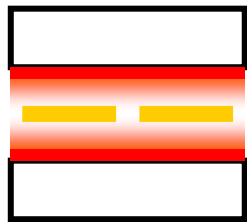
## 超高張力鋼板のせん断加工



■ 超高張力鋼板

超高張力鋼板  
プレス荷重大・成形性低

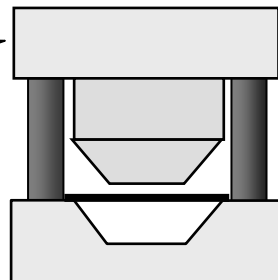
## 熱間プレス成形



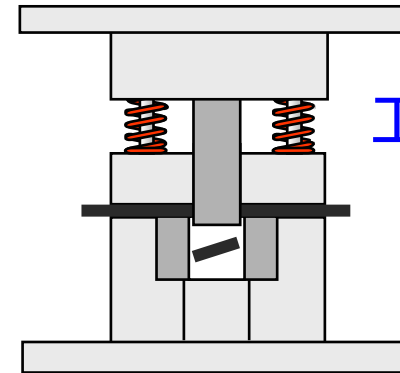
加熱



搬送



プレス成形



工具・金型への負担大



破損・寿命の低下



パンチ肩部

目的

酸化スケールの抑制

温・熱間せん断加工法の開発・特性調査

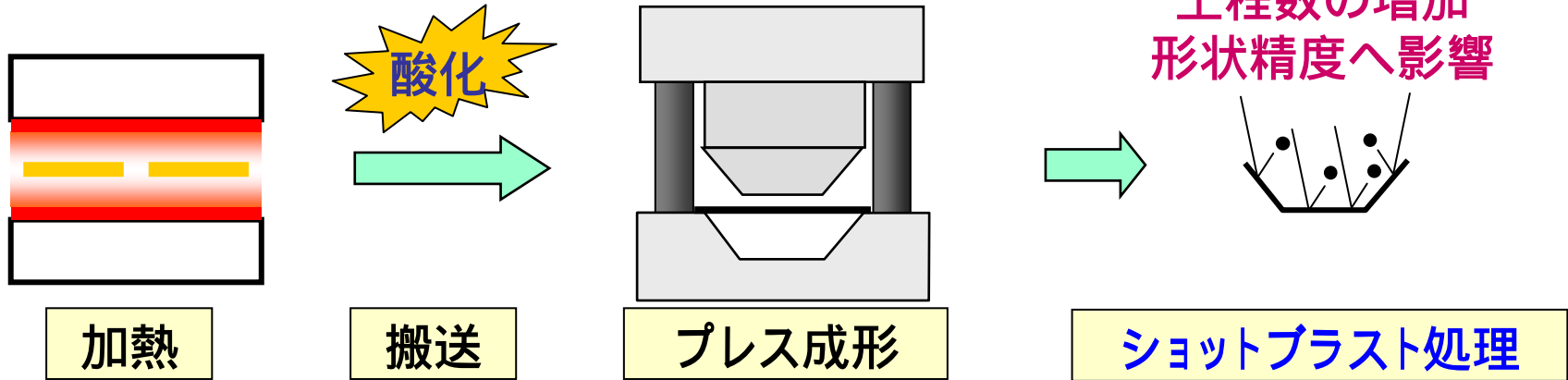
1. プレコートスケール抑制剤を用いた  
超高張力鋼板の熱間プレス成形における酸化防止

2. 超高張力鋼板の全体加熱穴抜き加工

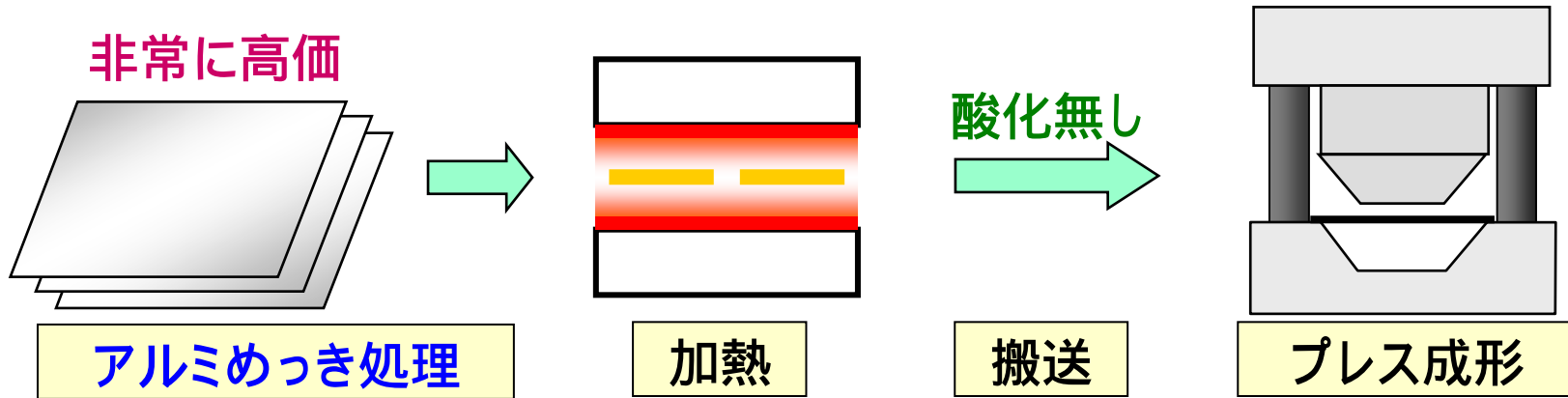
3. 超高張力鋼板のせん断領域局部加熱穴抜き加工

# 現行での酸化対策

## 対策 ショットブラストによるスケール除去



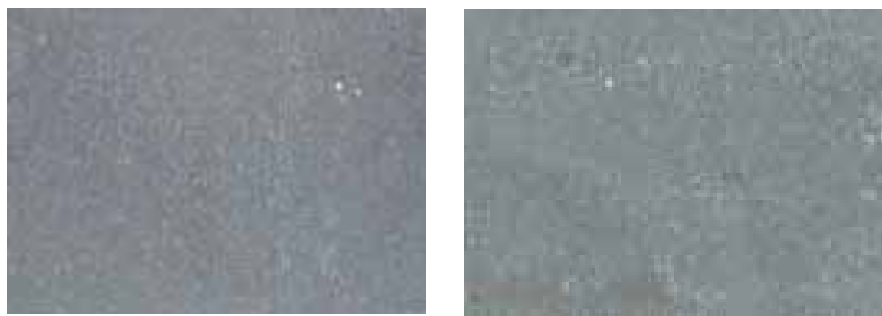
## 対策 アルミめっき処理によるスケール防止



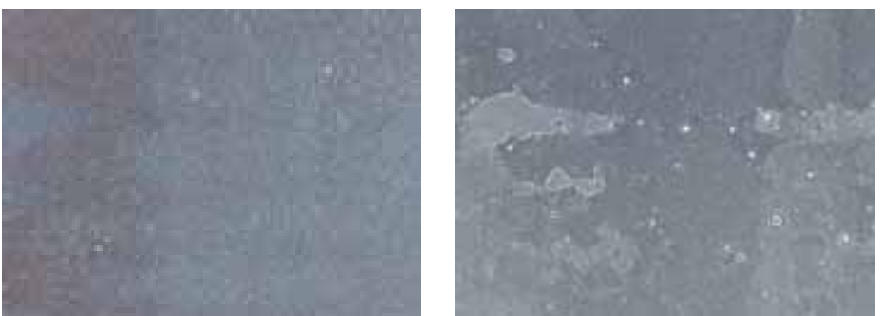
スケール抑制剤による酸化防止

# 加熱のみによるスケール抑制剤評価実験結果

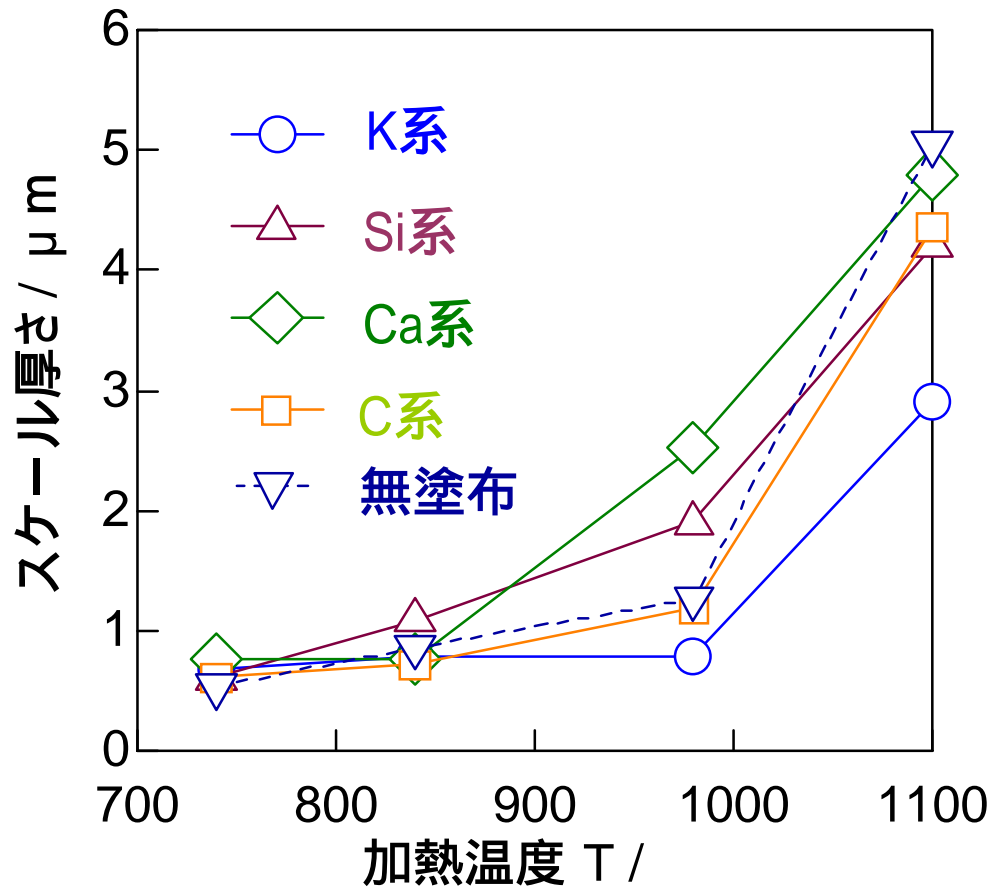
10mm  
┌───┐



(a) 740 (b) 980  
K系スケール抑制剤



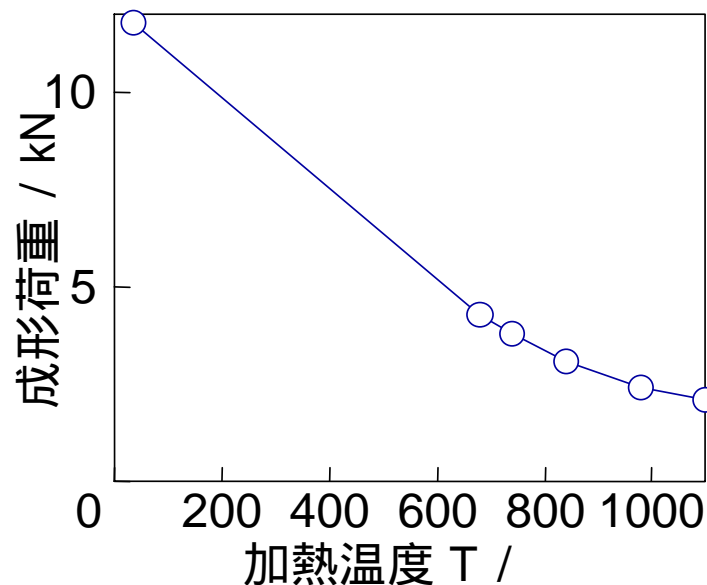
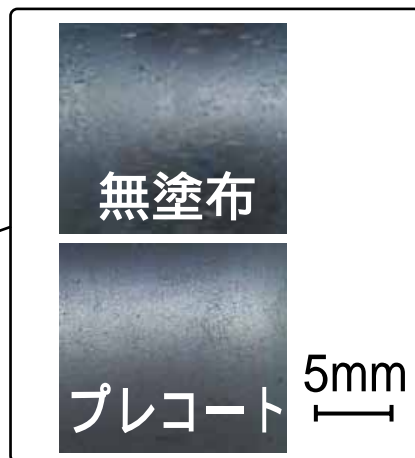
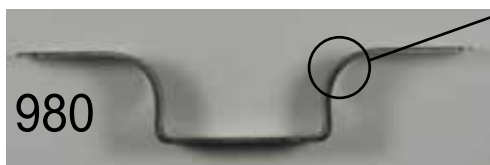
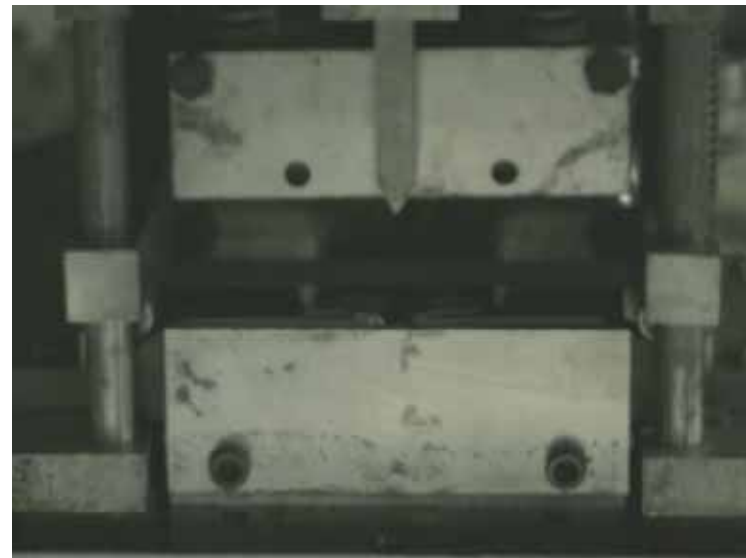
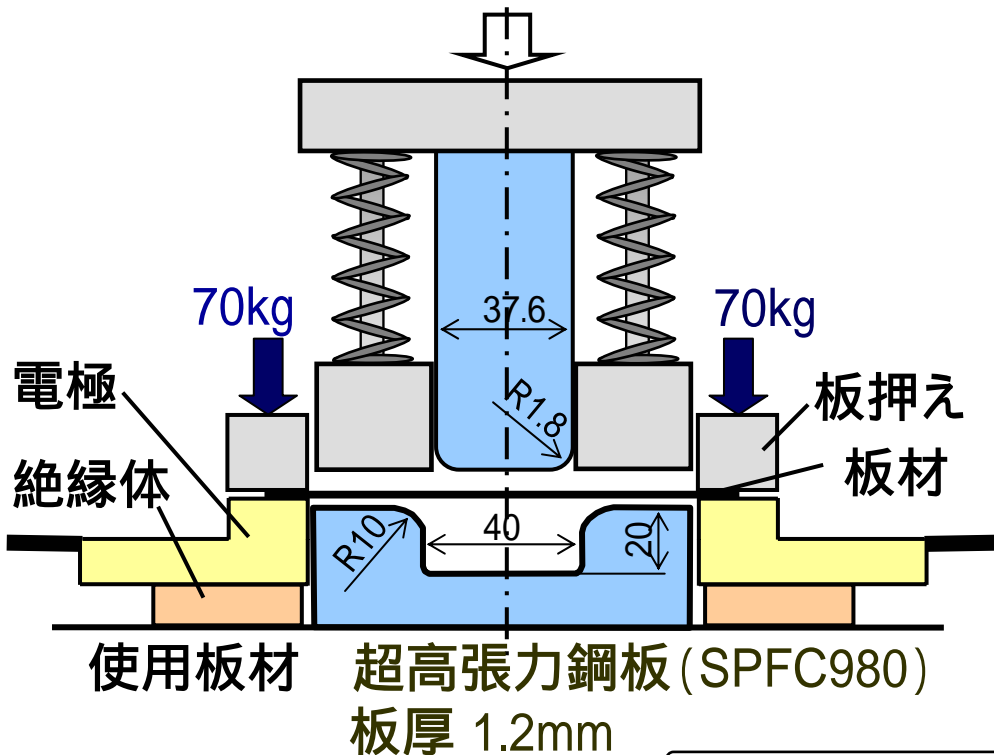
(a) 740 (b) 980  
Ca系スケール抑制剤



# K系スケール抑制剤を用いたハット曲げ成形実験

荷重(サーボプレス)

T=980 , v=150mm/s

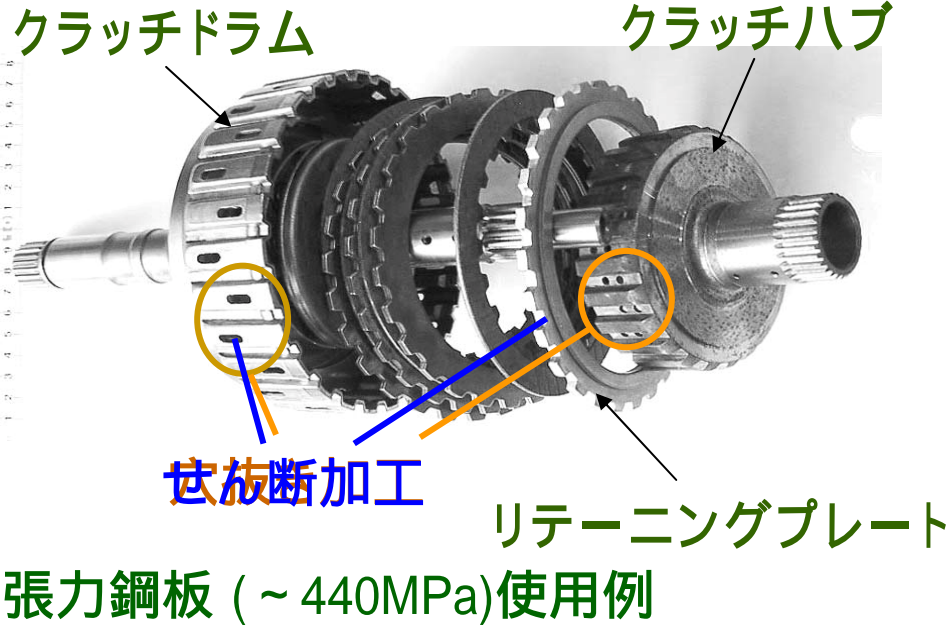


1. プレコートスケール抑制剤を用いた  
超高張力鋼板の熱間プレス成形における酸化防止

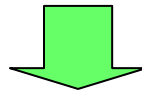
2. 超高張力鋼板の全体加熱穴抜き加工

3. 超高張力鋼板のせん断領域局部加熱穴抜き加工

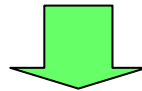
# 超高張力鋼板の温・熱間せん断加工



更に高強度化, 超高張力鋼板の適用

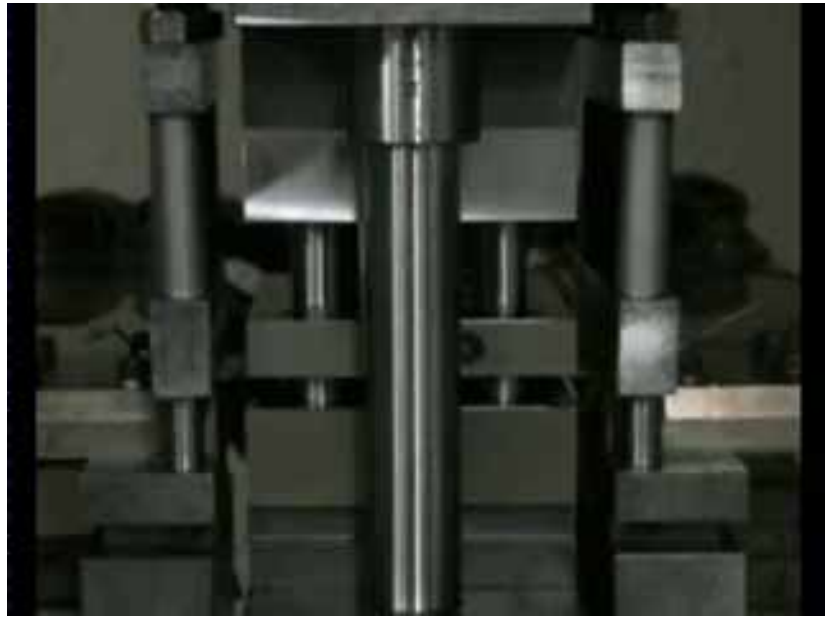
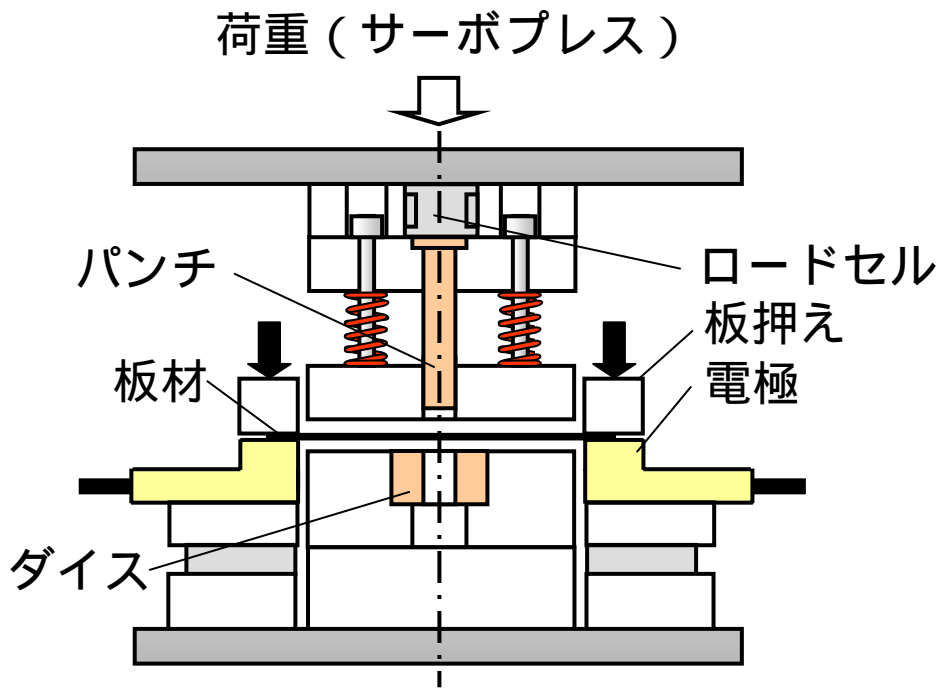


高強度なため工具・金型への負担が大きい



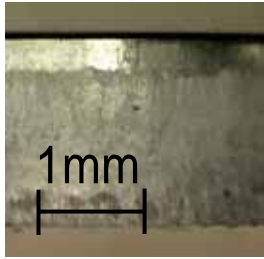
温・熱間せん断加工

# 全体加熱せん断加工における切口面性状

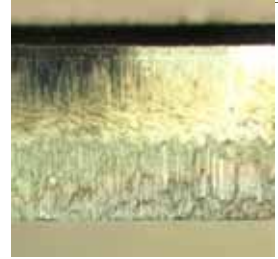


T=1070 , v=150mm/s

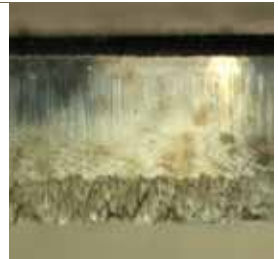
- ・**板材**  
超高張力鋼板 : SPFC980  
長さ130mm, 幅50mm, 板厚2.0mm
- ・**穴抜きパンチ**  
直径 : 10.0mm  
材質 : SKH51 (TiCNコーティング)



(a) 常温



(b) T=650

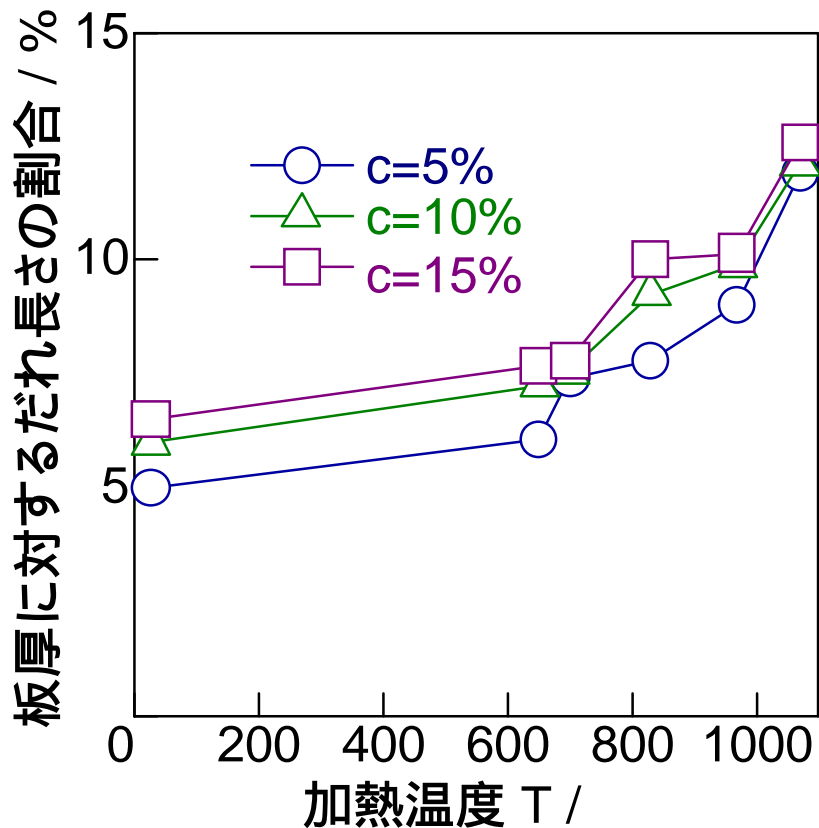


(c) T=830

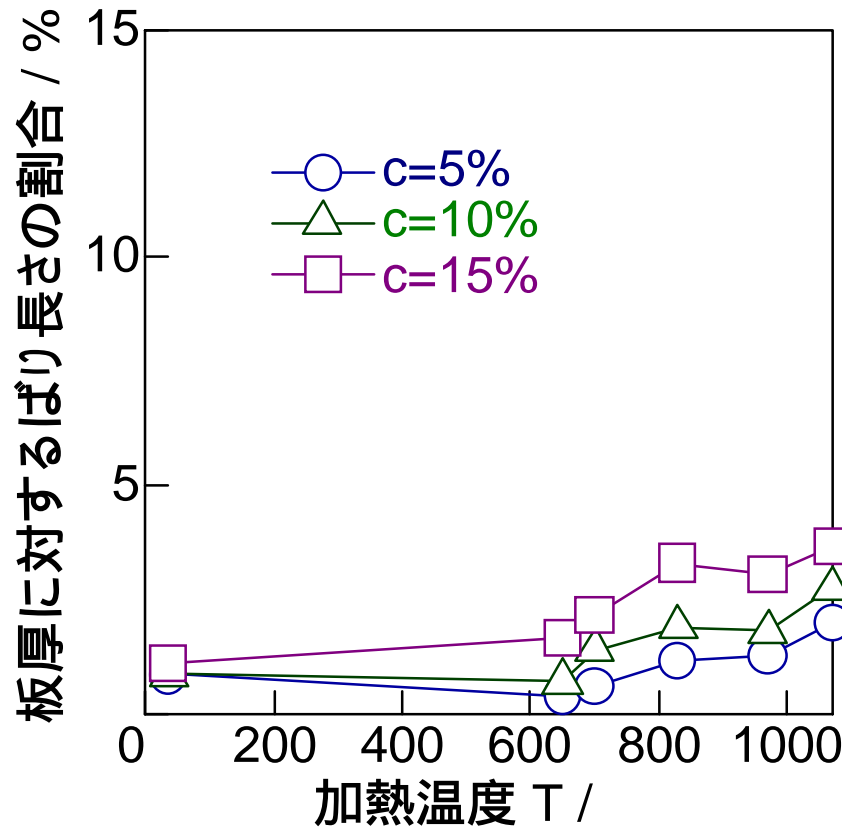
加熱温度 高 → せん断面 増



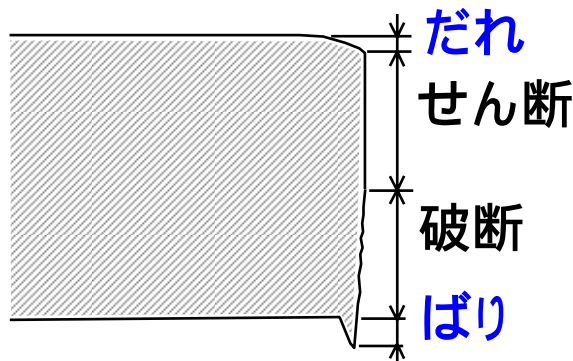
# 全体加熱せん断加工における切口面性状



(a) だれ



(b) ばり



1. プレコートスケール抑制剤を用いた  
超高張力鋼板の熱間プレス成形における酸化防止

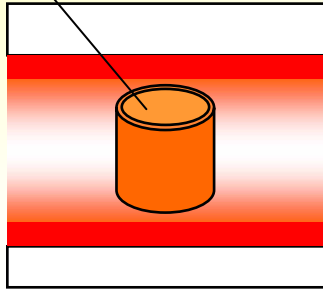
2. 超高張力鋼板の全体加熱穴抜き加工

3. 超高張力鋼板のせん断領域局部加熱穴抜き加工

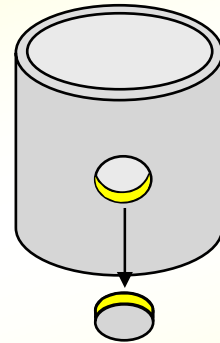
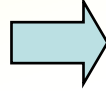
# 温・熱間穴抜き加工における問題点と局部加熱法

## 高温炉等で全体を加熱する方法

成形体



高温炉加熱

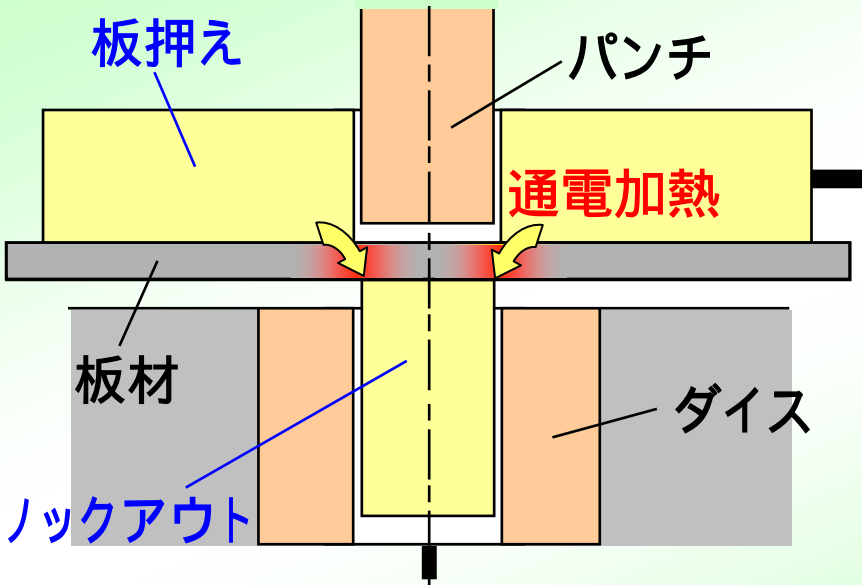


せん断加工

- 1) 加熱効率が低い.
- 2) 形状精度に影響.
- 3) 加熱時間が長い.

## せん断領域を局部的に加熱する方法

板押え



- 1) 加熱効率が高い.
- 2) コンパクトな装置.
- 3) 酸化が非常に少ない.

# 局部加熱における問題点と対策

## 一体構造電極

板材

板押え

加熱は不均一

ロックアウト

加熱は不均一

5mm

## 接触ピン構造電極

板材

接触ピン(板押え)

加熱が均一

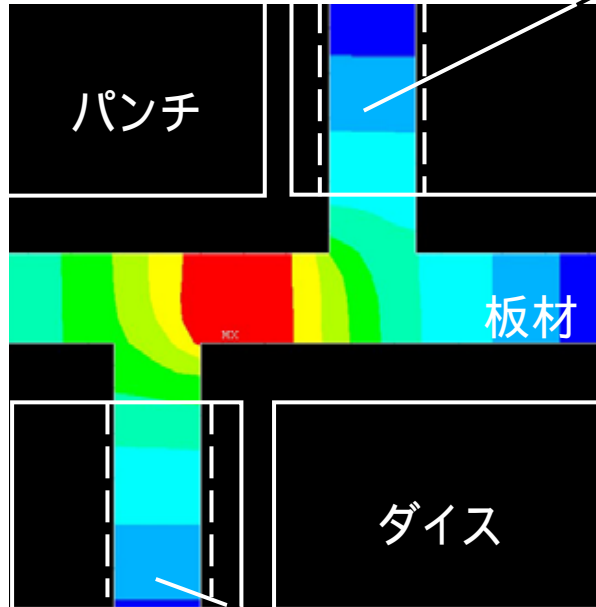
接触ピン(ロックアウト)

せん断領域に沿って接触ピンを配置  
接触ピンに独立して荷重を与える

せん断領域に沿って加熱

# 接触ピンによる局部加熱温度分布シミュレーションと加熱実験結果

## 軸対称断面モデル



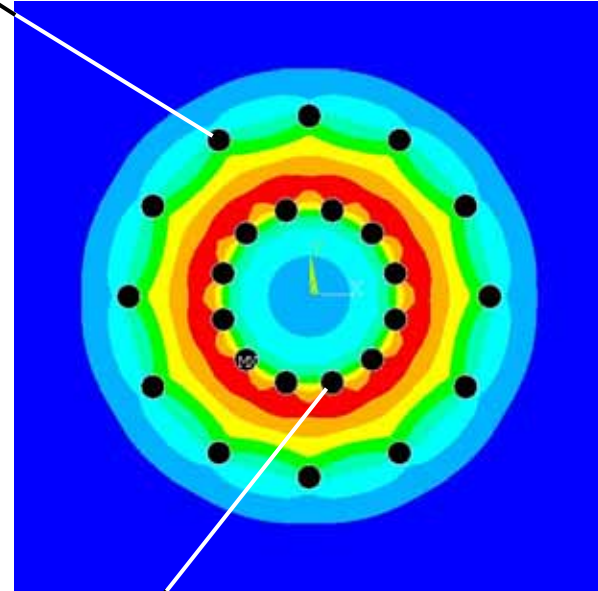
板押え側接触ピン

ダイス

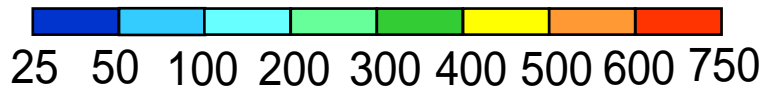
板材

パンチ

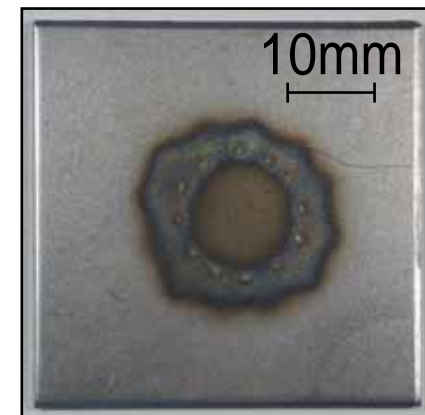
## 平面モデル



ロックアウト側接触ピン



加熱後板材の写真  
(通電電流: 8kA, 投入エネルギー: 16kJ)



# 接触ピンを用いた局部通電加熱穴抜き加工実験

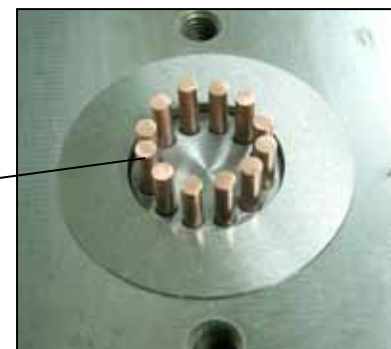
荷重 (サーボプレス)

バネ

板押え



ロックアウト



接触ピン径  
2.6

実験条件

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

板材  
SPFC980  
50 × t2.0

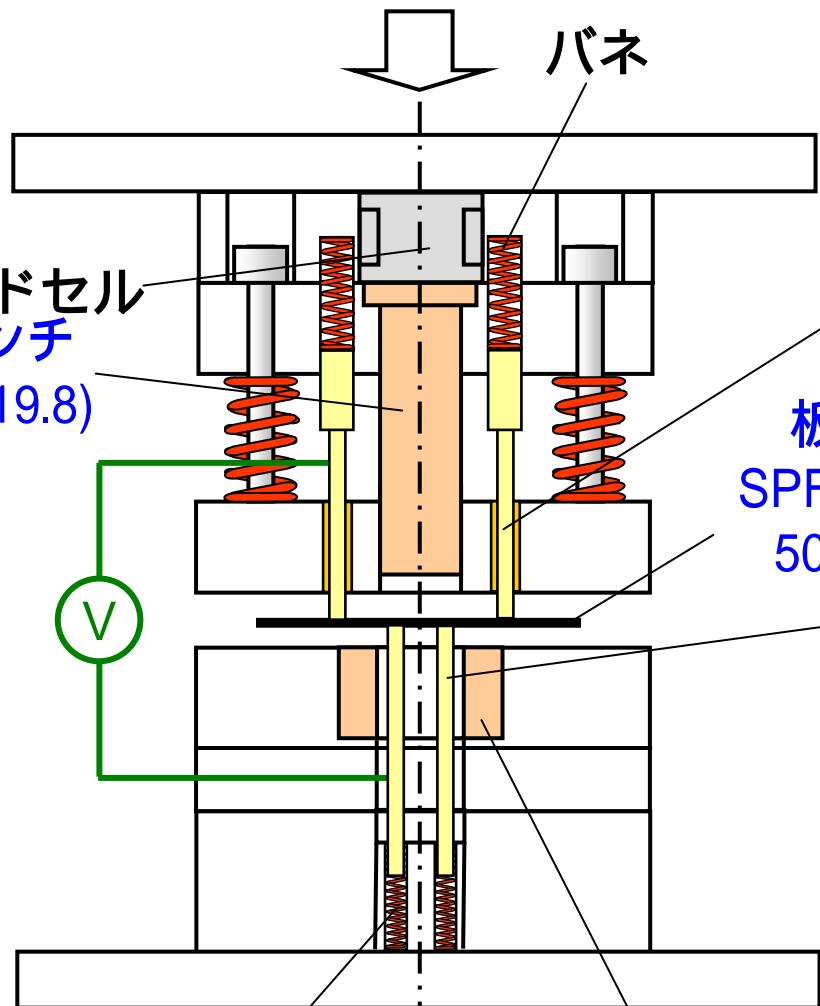
ロードセル  
パンチ  
( 19.8)



[単位:mm]

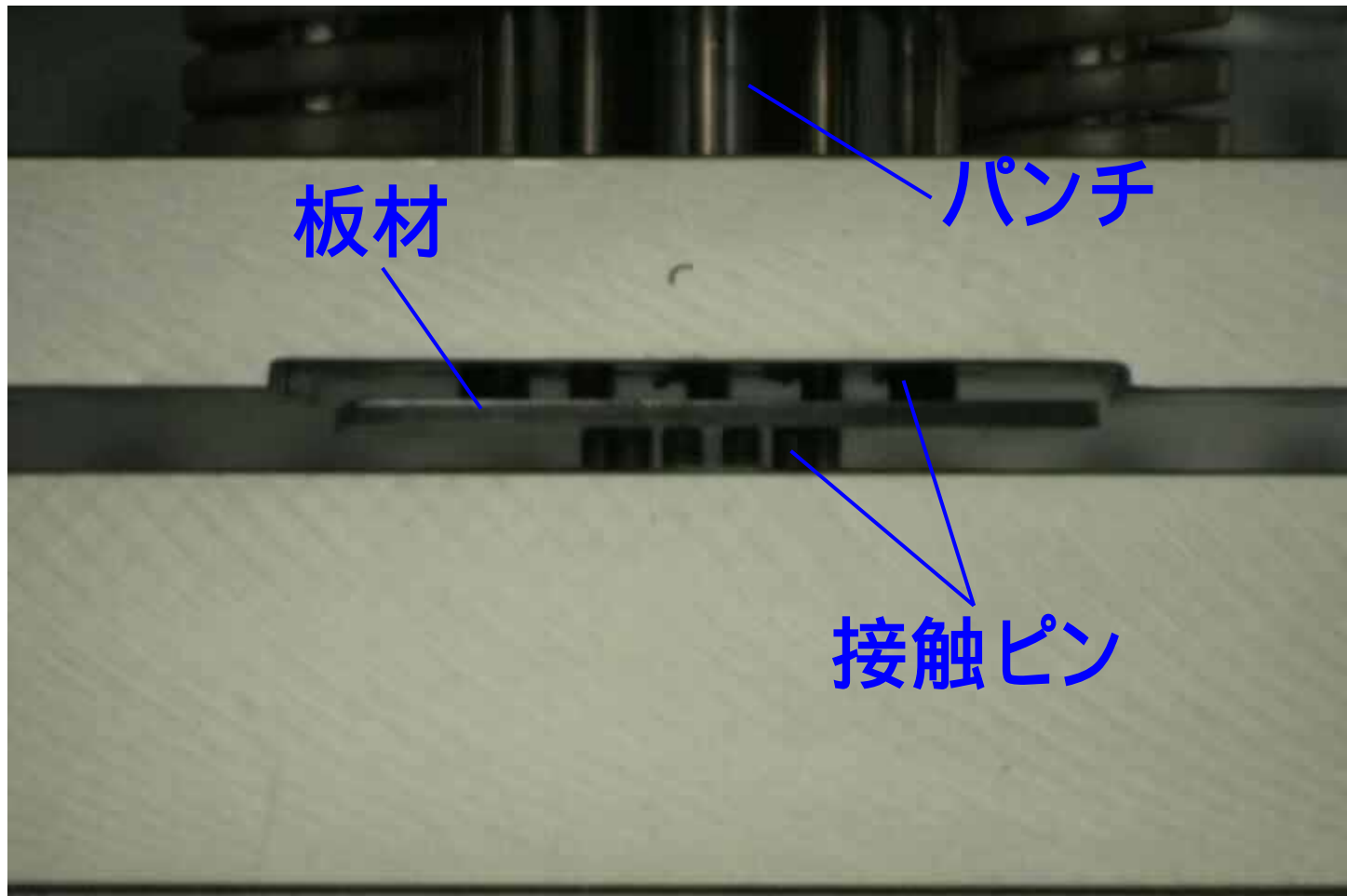
バネ

ダイス



# 接触ピンを用いた局部加熱穴抜き動画

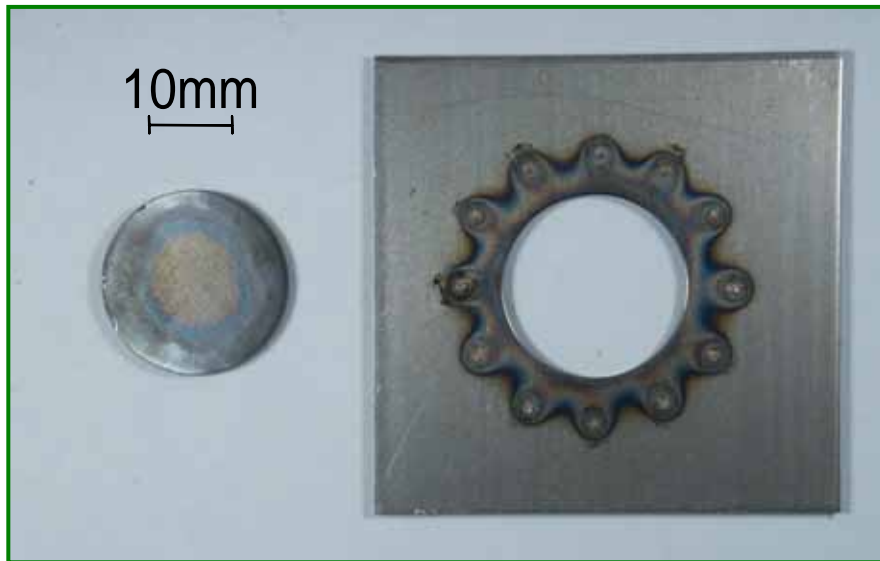
$T=800$  ,  $v=150\text{mm/s}$



# 局部通電加熱穴抜き実験結果

## 局部加熱穴抜き後の板材

( $c=10\%$ ,  $v=150\text{mm/s}$ ,  $T=800$  )



## 切口面性状の変化

( $c=10\%$ ,  $v=150\text{mm/s}$ )

1mm



(a) 常温



(b)  $T=500$



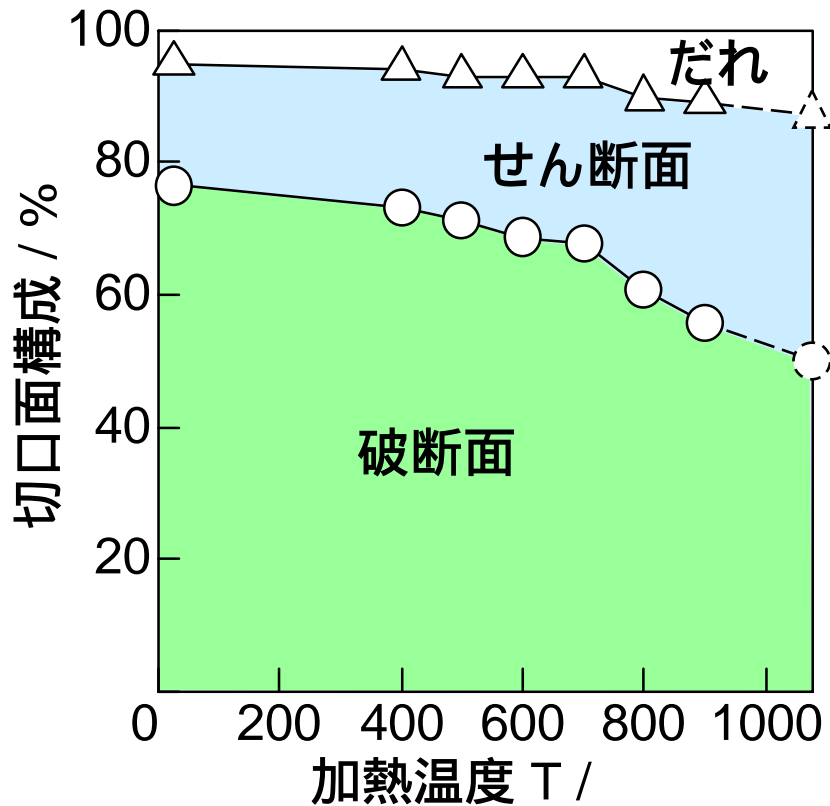
(c)  $T=700$



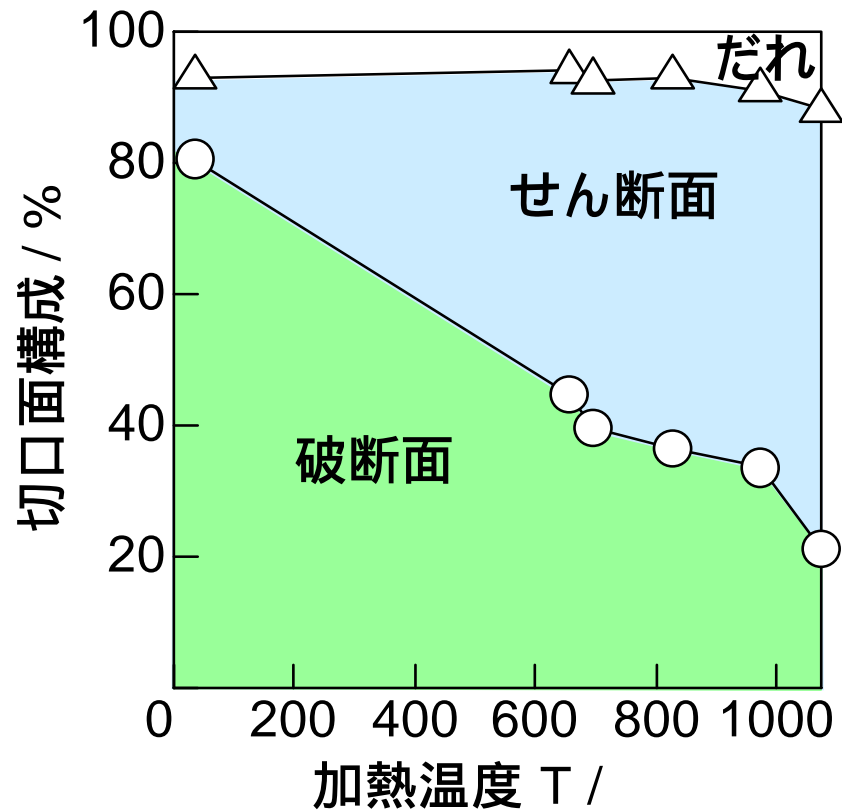
(d)  $T=900$



# c=10%, v=150mm/sにおける切口面構成の比較

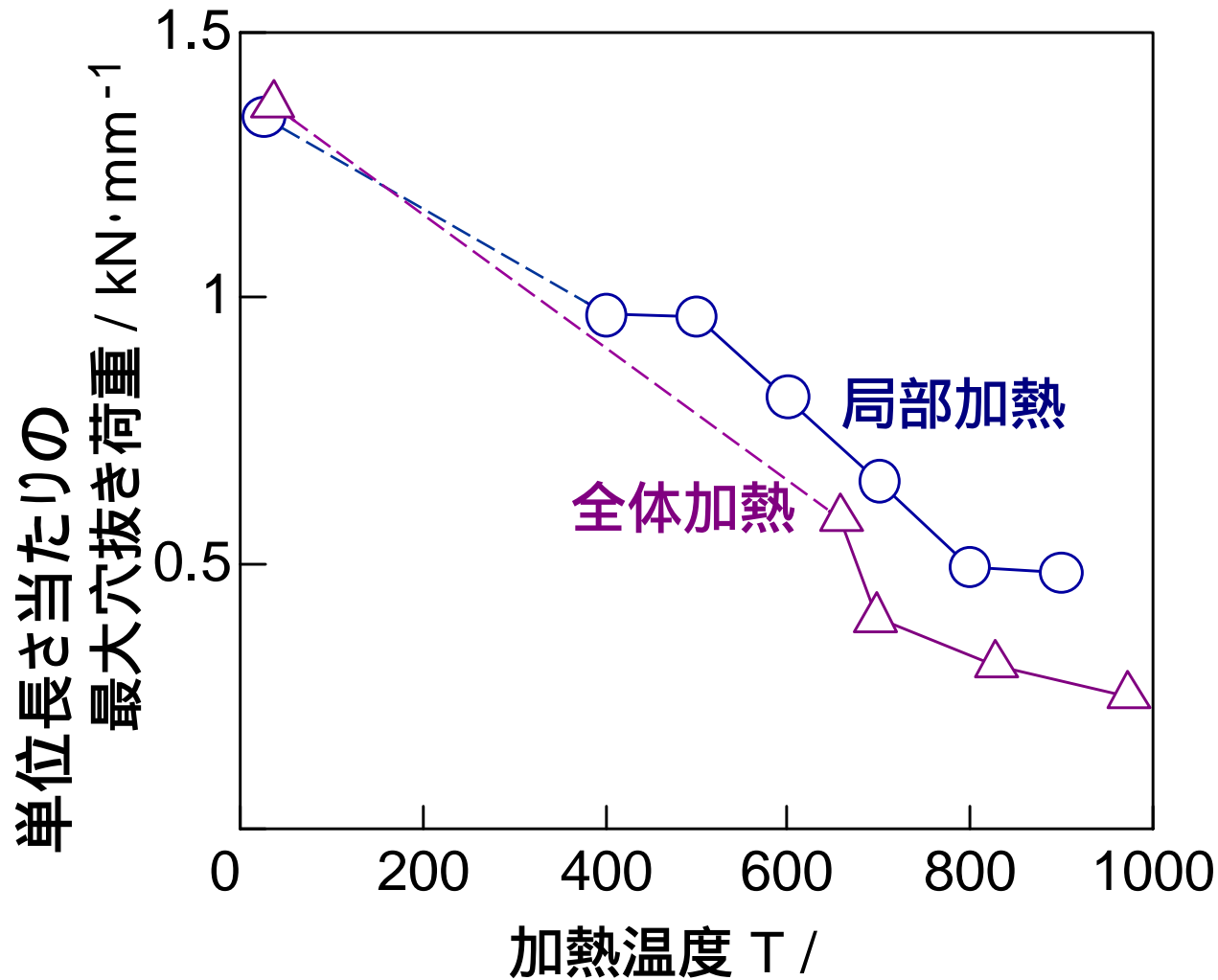


(a) 局部加熱



(b) 全体加熱

# c=10%, v=150mm/sにおける最大穴抜き荷重の比較



## まとめ

- (1) プレコートスケール抑制剤を適用することは、熱間プレスでのスケール抑制には有効であった。
- (2) 温・熱間穴抜きを行うことで、加熱温度の上昇とともにせん断面比率は増加した。
- (3) 接触ピンを電極にし、局部通電加熱を行うことで、非常に高い効率で加熱せん断ができた。
- (4) 加工荷重は加熱温度800 では常温の半分以下と非常に低かった。