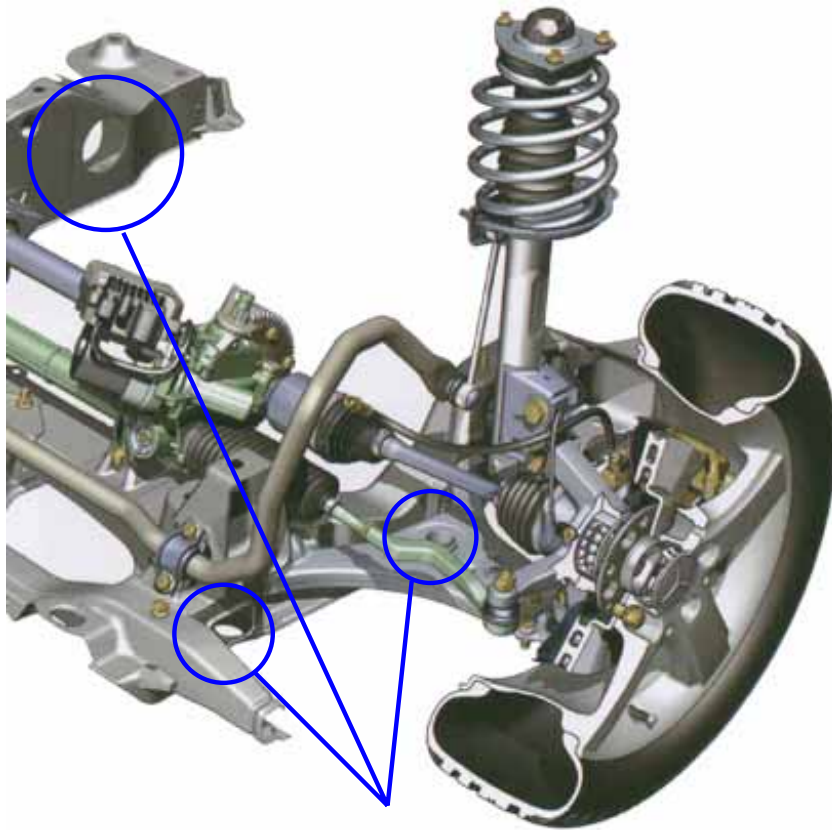


# 38 高張力鋼板の局部通電加熱を用いた温・熱間せん断加工

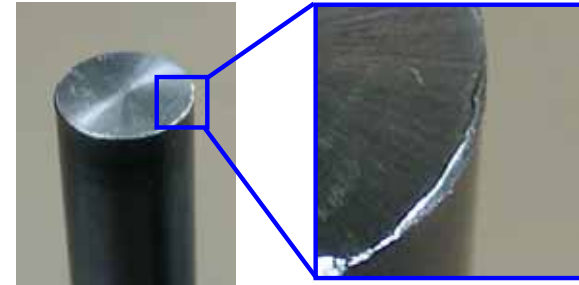
塑性加工研究室 藤阪 靖二

高張力鋼板の適用  
高強度・軽量化



せん断加工

高張力鋼板の冷間せん断加工



パンチ肩部

工具・金型  
負担:大



破損・寿命:低

レーザー加工

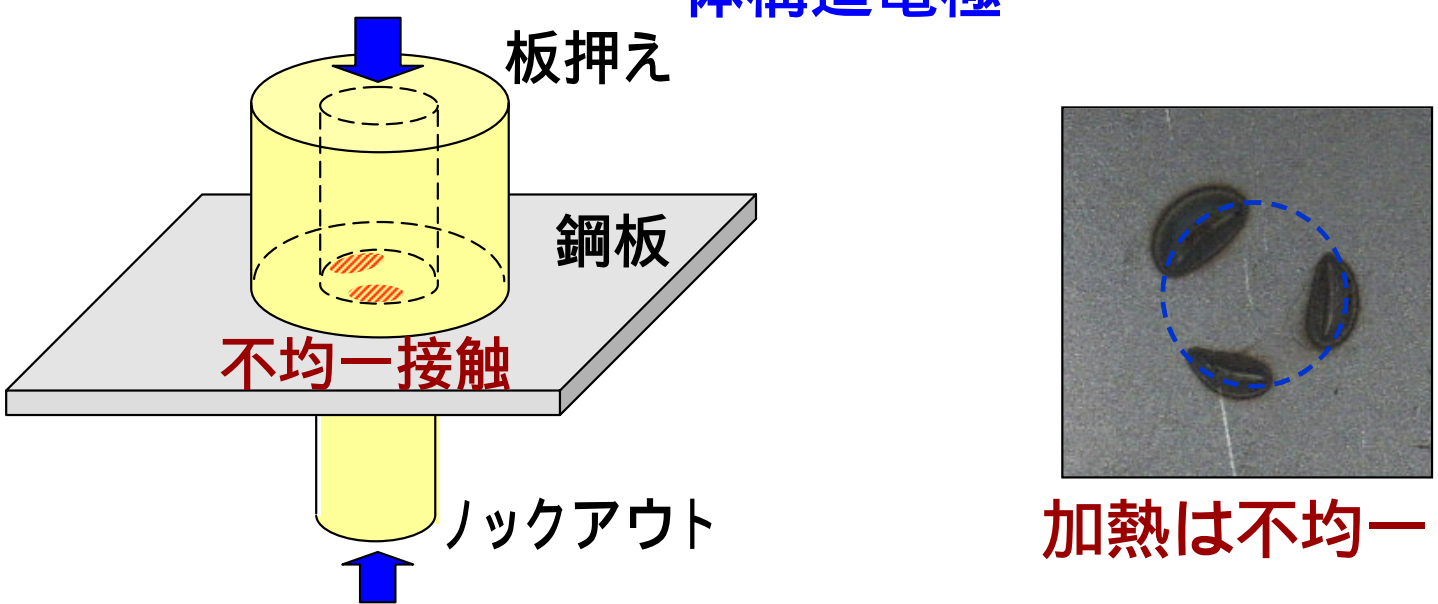


生産性:低

局部通電加熱穴抜き加工の適用  
加工荷重の低減

# 局部通電加熱における問題点と対策

### 一体構造電極



板押え

鋼板

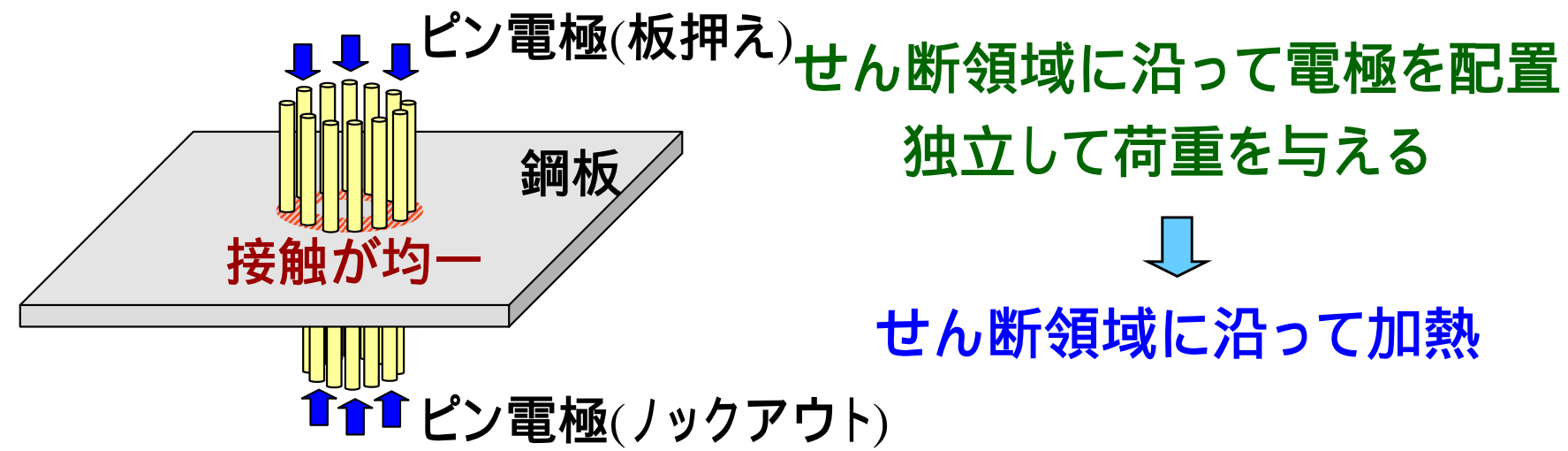
不均一接触

ロックアウト

加熱は不均一

### ピン構造電極

ピン電極で独立して荷重を与える



せん断領域に沿って電極を配置  
独立して荷重を与える

鋼板

接触が均一

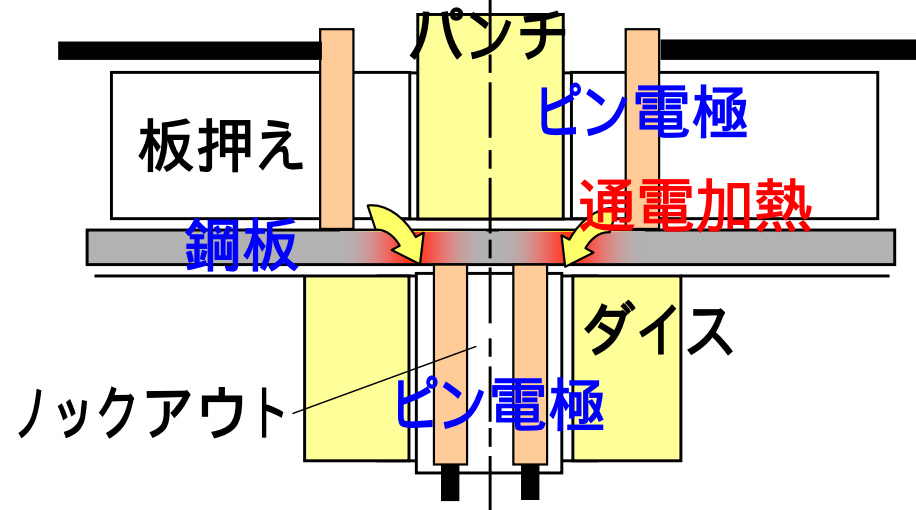
せん断領域に沿って加熱

ピン電極(板押え)

ピン電極(ロックアウト)

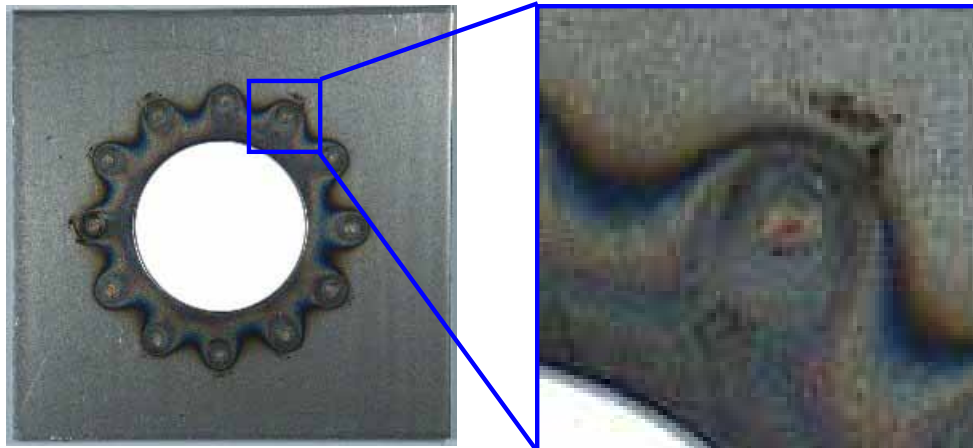
# 局部通電加熱せん断加工法と問題点

## 局部通電加熱せん断加工法



- 1) 加熱効率が高い
- 2) 金型内に設置可能
- 3) 酸化が非常に少ない

加熱温度: 800 , ピン電極: Cu



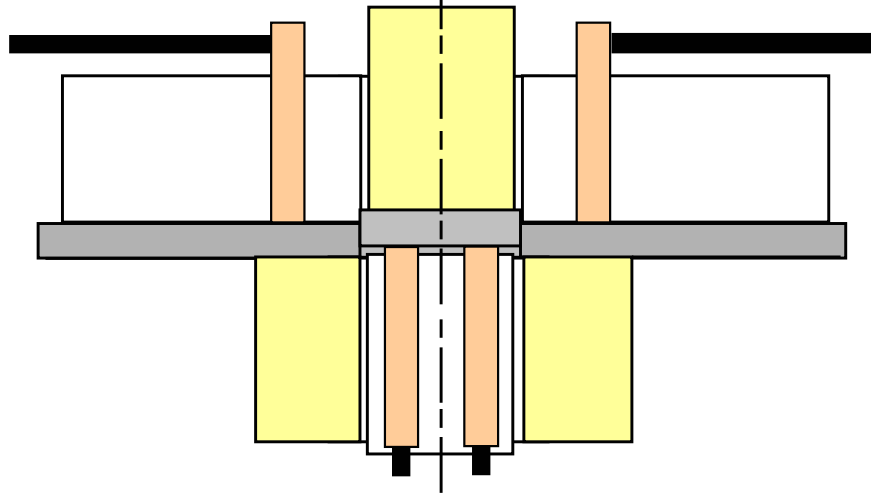
鋼板にピン電極の銅が溶着  
電極の耐久性低下

## 研究目的

- ・最適なピン電極材質の調査
- ・局部通電加熱せん断加工が穴抜き荷重, 切口面, 穴広げ性に与える影響の調査

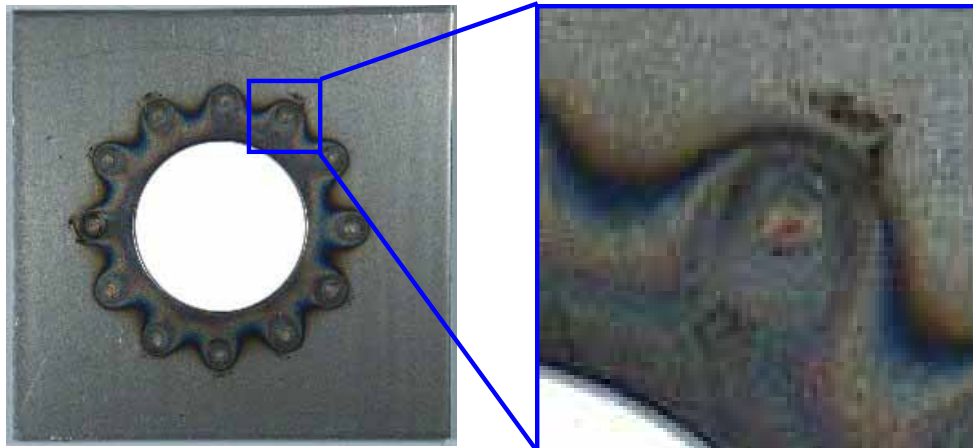
# 局部通電加熱せん断加工法と問題点

## 局部通電加熱せん断加工法



- 1) 加熱効率が低い
- 2) 金型内に設置可能
- 3) 酸化が非常に少ない

加熱温度: 800 , ピン電極: Cu



鋼板にピン電極の銅が溶着  
電極の耐久性低下

## 研究目的

- ・最適なピン電極材質の調査
- ・局部通電加熱せん断加工が穴抜き荷重, 切口面, 穴広げ性に与える影響の調査

1) **ピン電極材質による加熱・溶着特性評価**

2) **高張力鋼板の局部通電加熱穴抜き加工**

3) **局部通電加熱穴抜き加工材の穴広げ試験**

# ピン電極材質評価条件

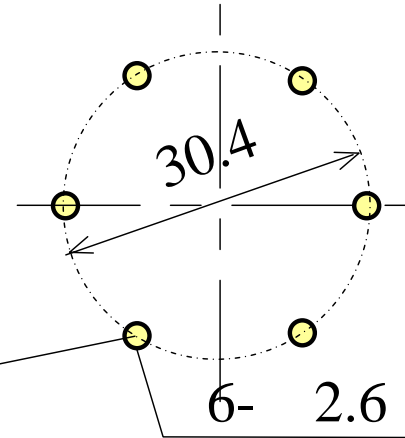
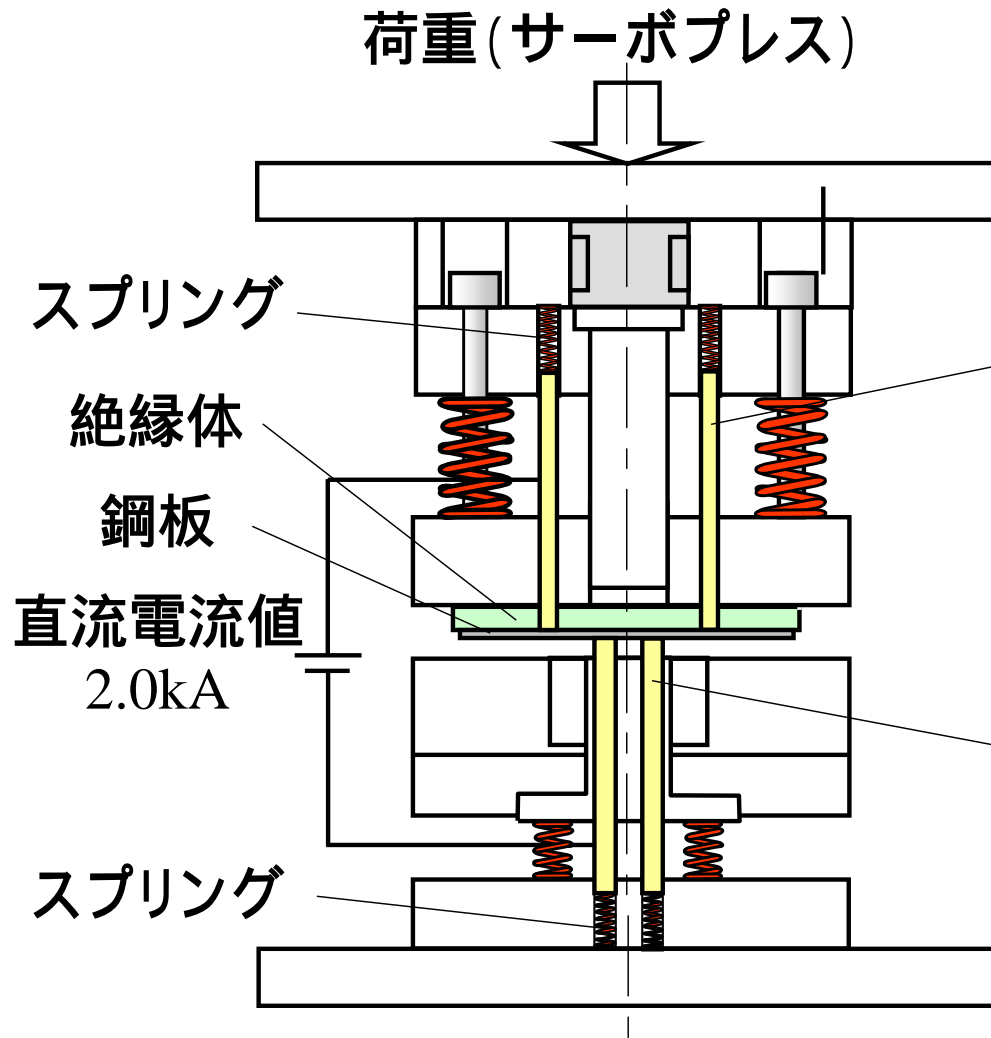
## ・板押え側ピン電極材質

材質	電気抵抗率 m	熱伝導率 W/(m·K)	硬さ HV	密度 g·m <sup>-3</sup>
Ag-W	$3.25 \times 10^{-9}$	233	210	14.8
Cu-W	$3.59 \times 10^{-9}$	258	225	14.2
Ag+WC	$4.66 \times 10^{-9}$	120	250	12.8
W	$5.56 \times 10^{-9}$	200	450	19.3

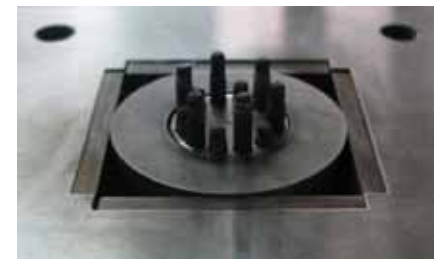
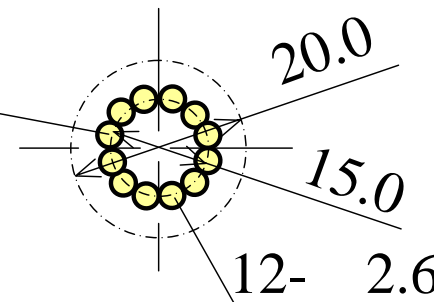
## ・ノックアウト側ピン電極材質 Wに固定

## ・使用鋼板 $H50\text{mm} \times L50\text{mm}$ SPFC980, 板厚 $t = 1.4\text{mm}$

# ピン電極材質評価実験装置



板押え側ピン電極  
(Ag-W, Cu-W, Ag+WC, W)



ロックアウト側ピン電極  
(Wに固定)

# 電極ピン材質の違いによる溶着性および加熱効率

T=800 における  
電極溶着の様子



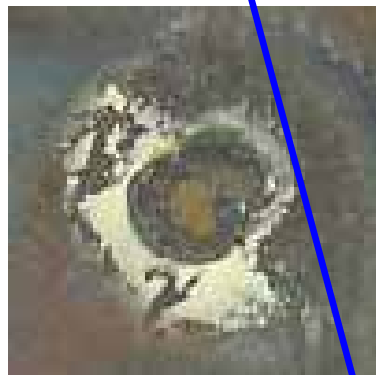
Ag-W



Cu-W

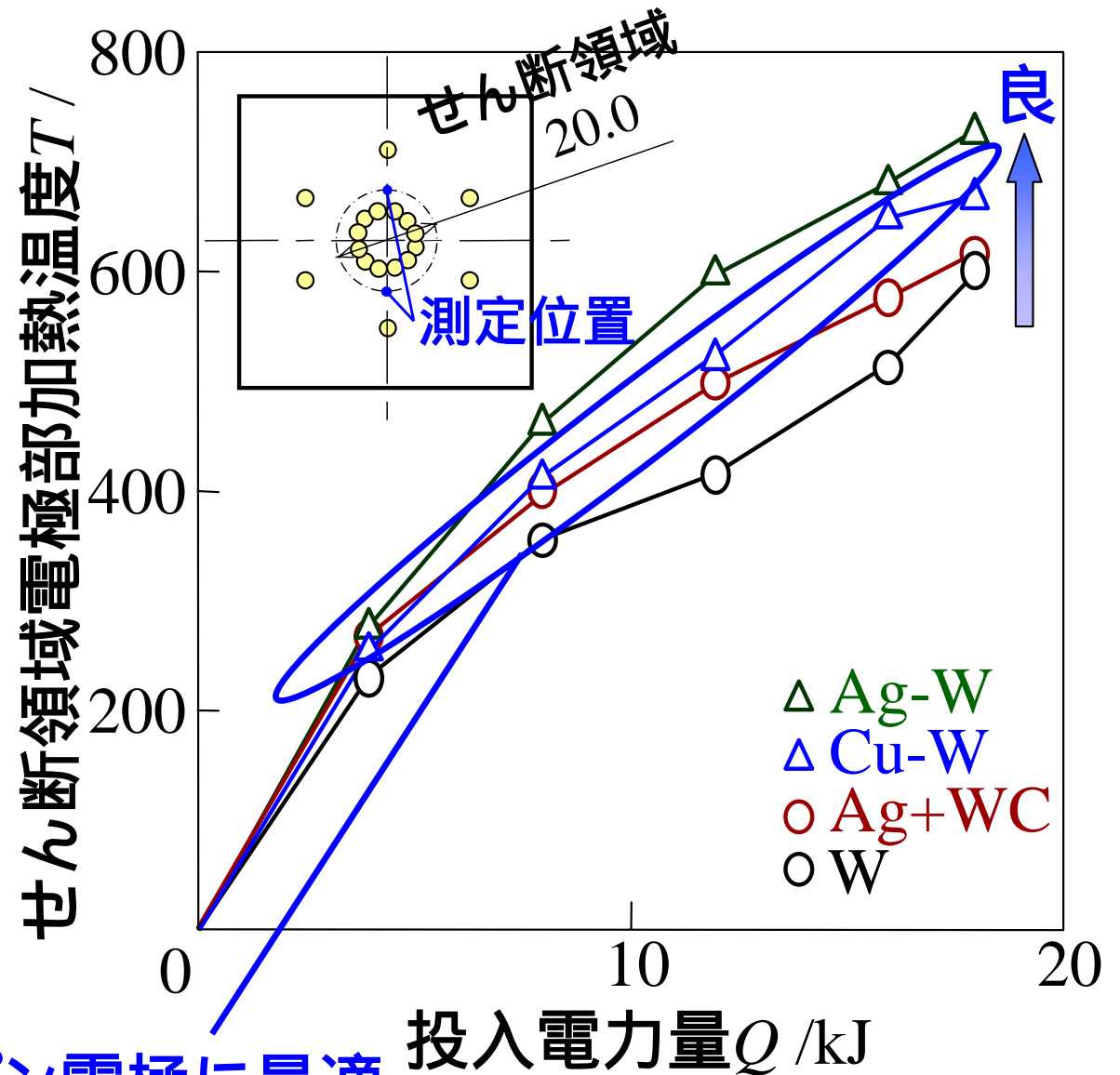


Ag+WC



W

Cu-Wがピン電極に最適





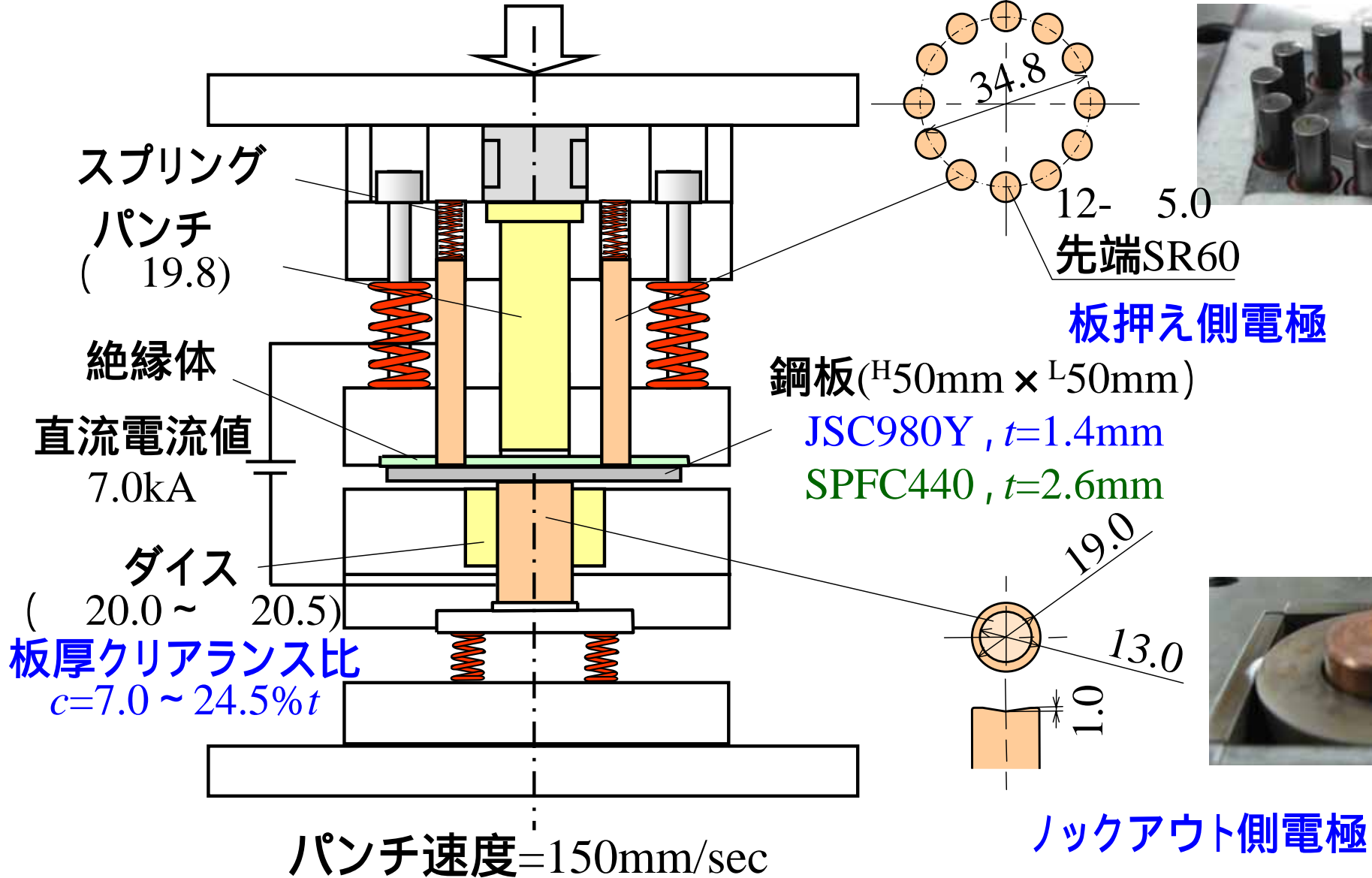
1) **ピン電極材質による加熱・溶着特性評価**

2) **高張力鋼板の局部通電加熱穴抜き加工**

3) **局部通電加熱穴抜き加工材の穴広げ試験**

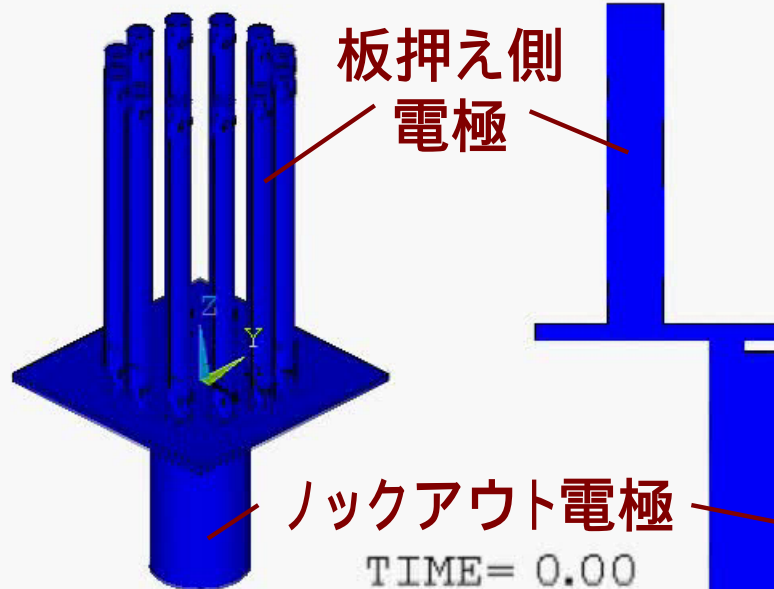
# 局部通電加熱穴抜き加工装置

荷重(サーボプレス)

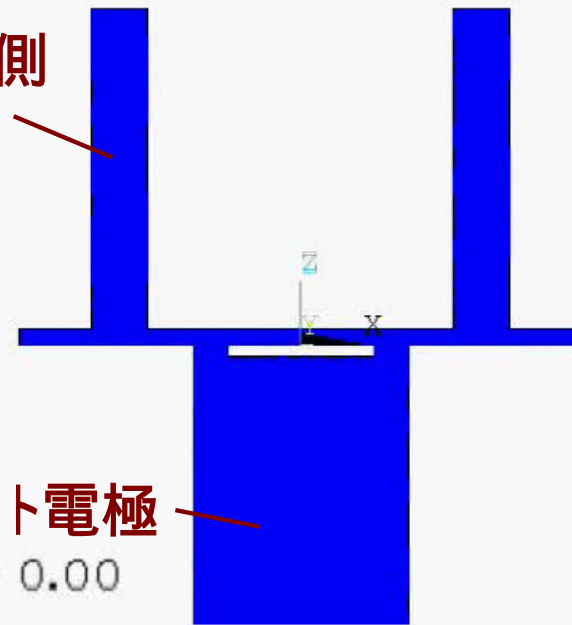


# 局部通電加熱の温度分布計算結果(1.6sec)

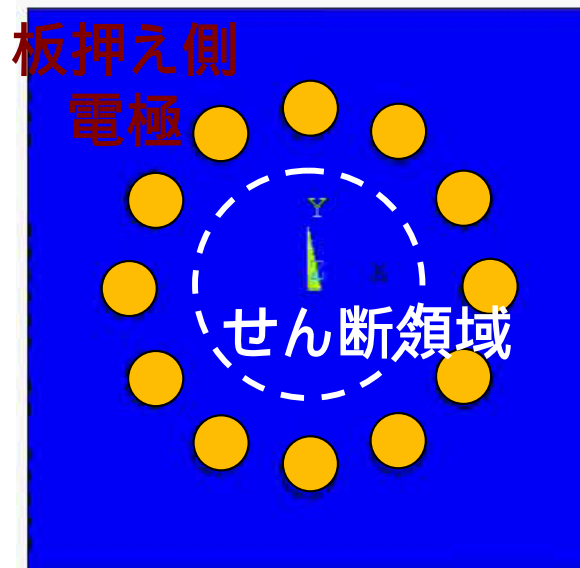
全体図



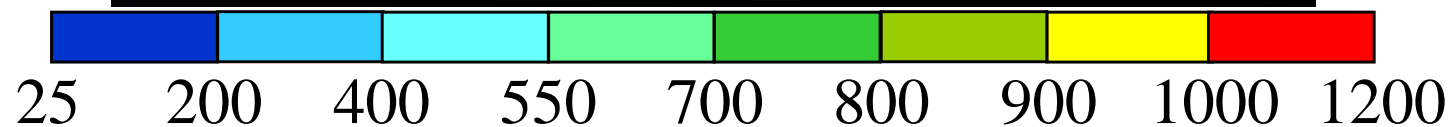
電極部  
断面



板押え側



ロックアウト側



# 局部通電加熱穴抜き加工

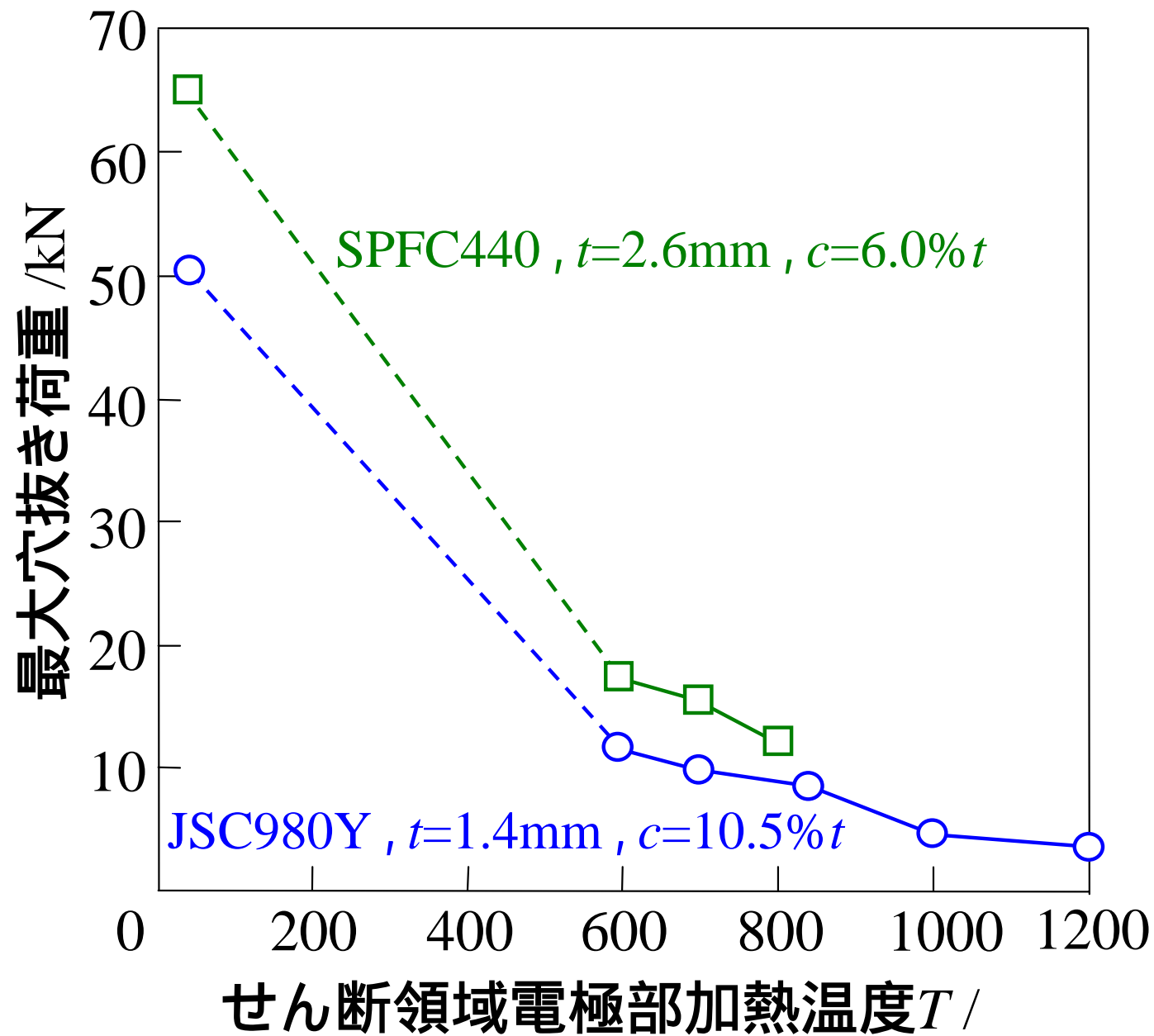
加熱の為に鋼板加圧 → 加熱 → 穴抜き加工



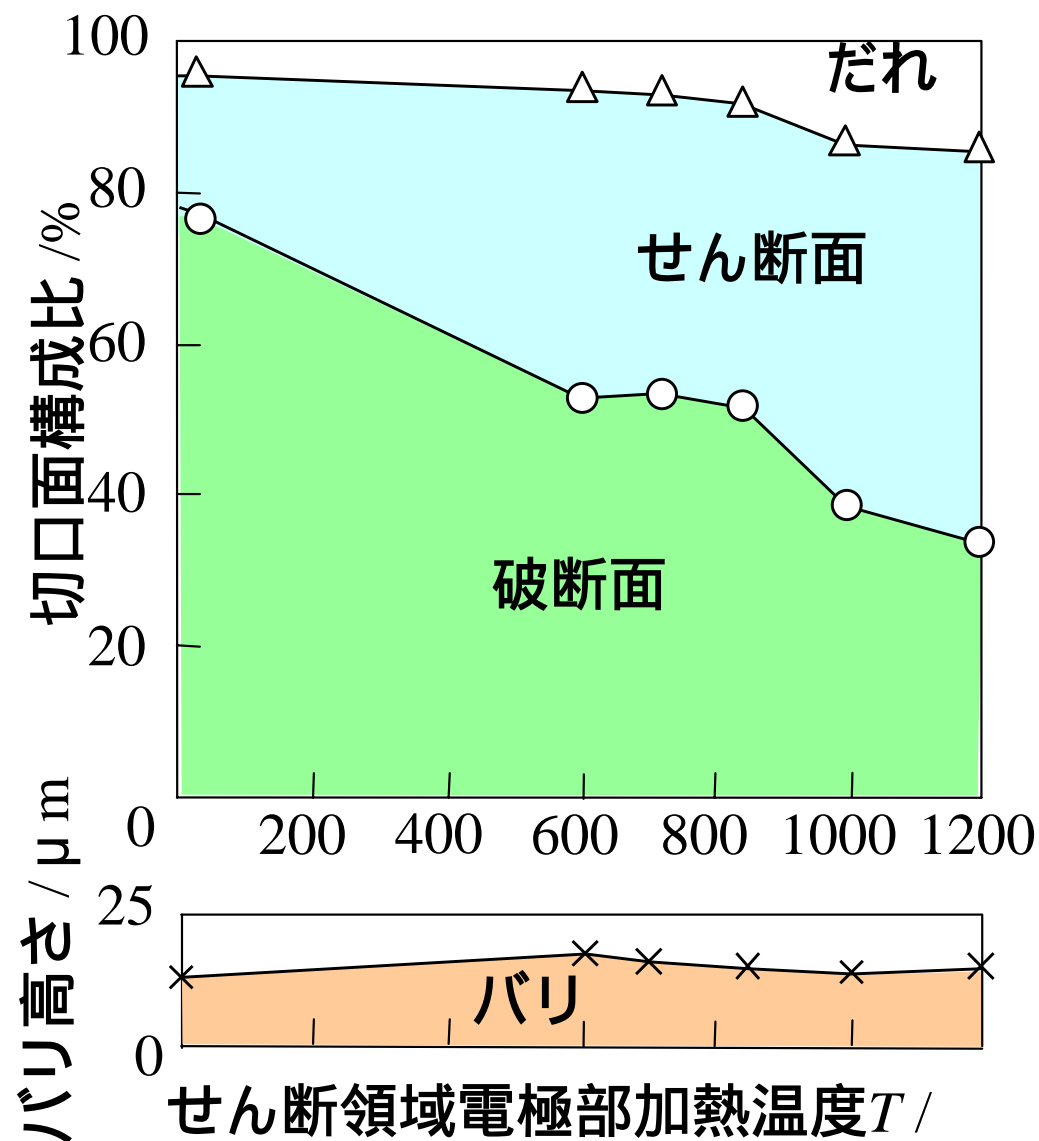
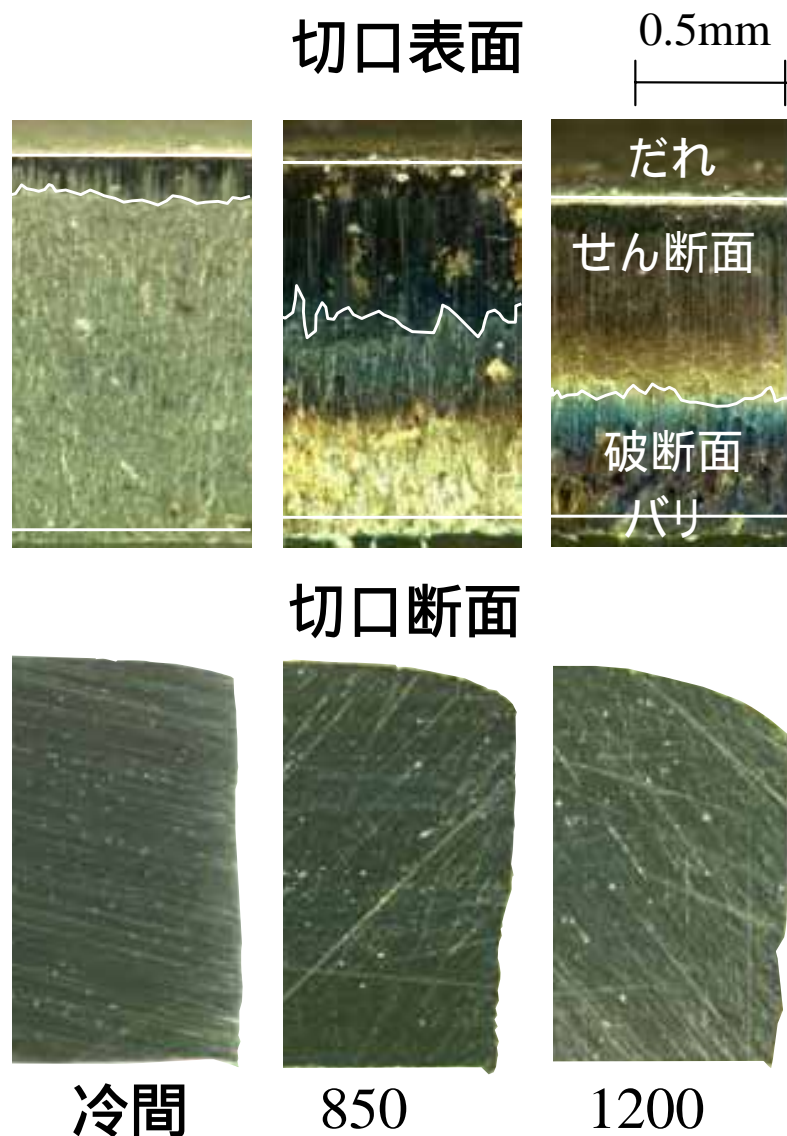
JSC980Y ,  $t = 1.4\text{mm}$  ,  $T = 1200$  (1.6sec)

パンチ速度  $150\text{mm/s}$  , クリアランス  $c = 10.5\%t$

# 最大穴抜き荷重に及ぼす鋼板加熱温度の関係



# 板厚1.4mmのJSC980Y鋼板の穴抜き加工後切口面( $c=10.5\%t$ )



せん断領域電極部加熱温度における  
せん断切口表面および切口断面

切口面構成比に及ぼす  
せん断領域電極部加熱温度の関係

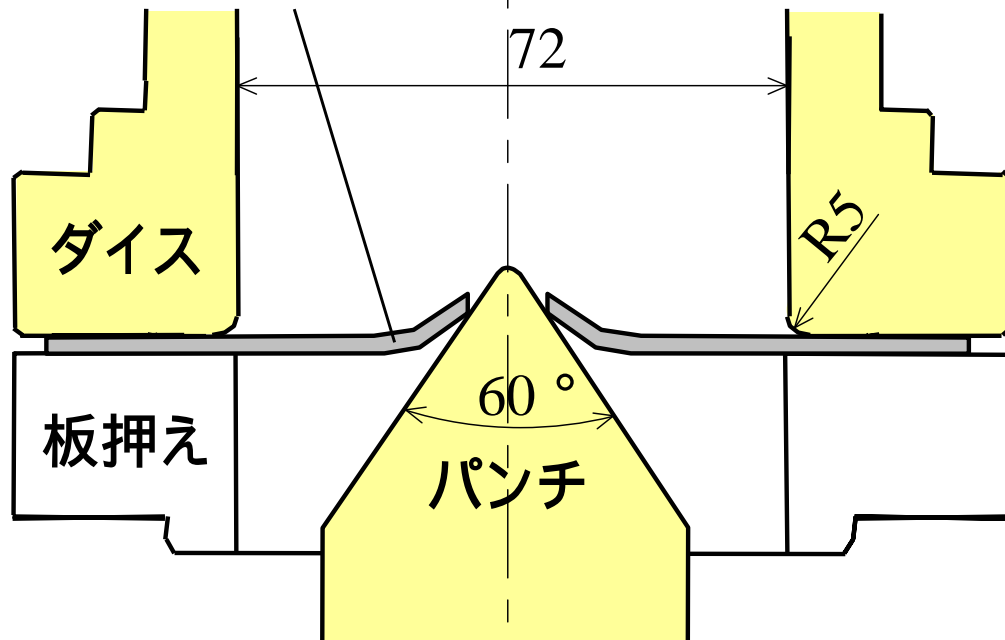
1) **ピン電極材質による加熱・溶着特性評価**

2) **高張力鋼板の局部通電加熱穴抜き加工**

3) **局部通電加熱穴抜き加工材の穴広げ試験**

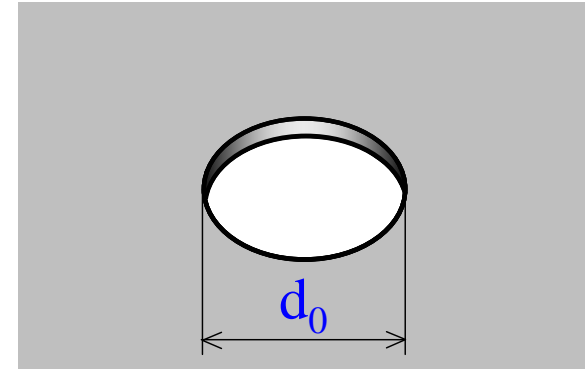
# 穴広げ加工実験条件

穴抜き鋼板 JSC980Y  
H100mm × L100mm, 板厚  $t=1.4\text{mm}$

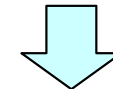


試験速度: 1.0mm/sec

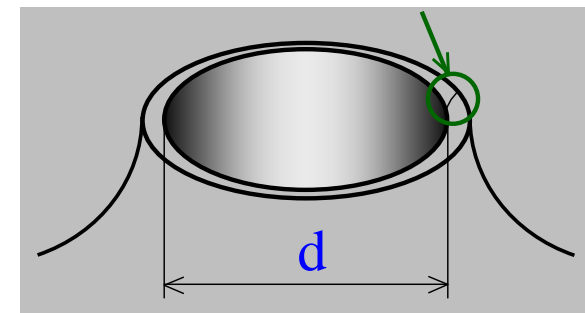
穴広げ加工実験装置



穴広げ加工前



割れが板厚を貫通

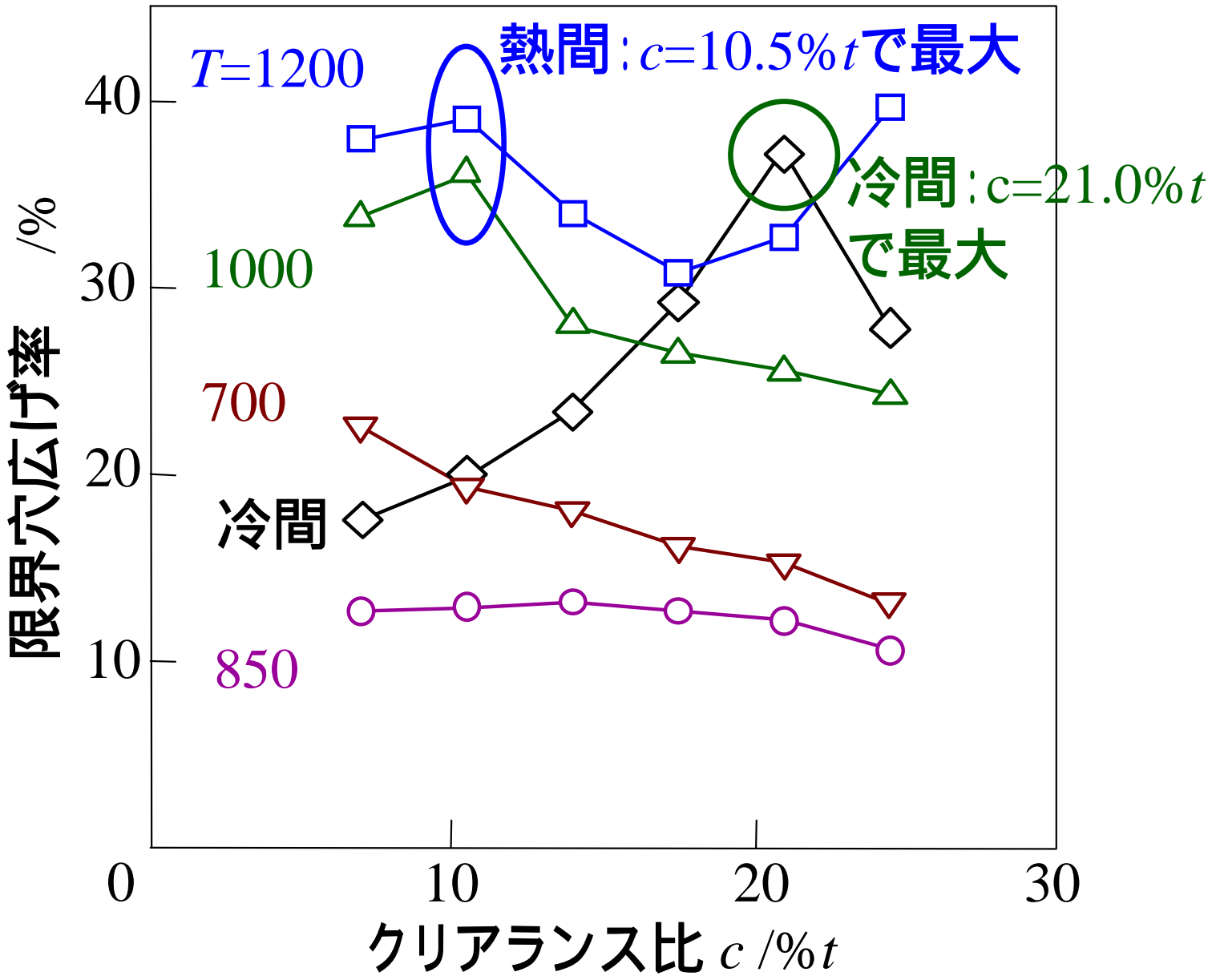
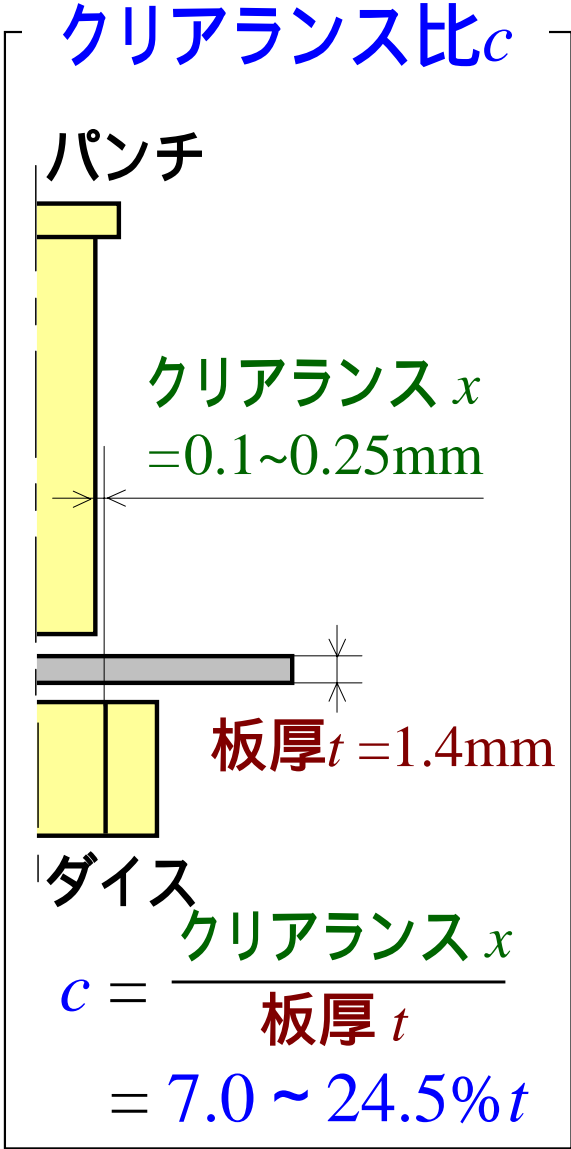


穴広げ加工後

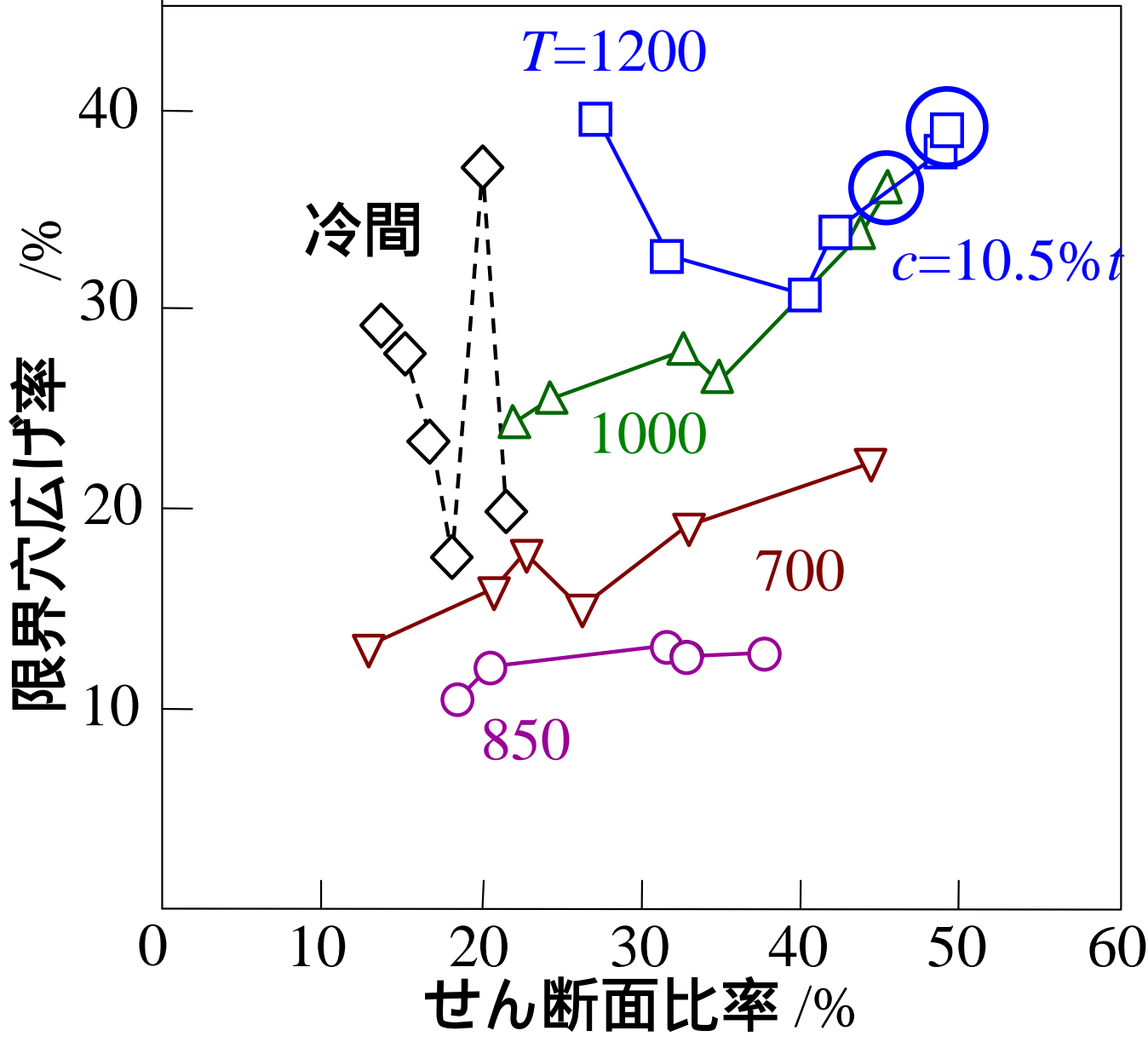
$$\text{限界穴広げ率} = \frac{d - d_0}{d_0}$$



# せん断領域電極部加熱温度における 限界穴広げ率とクリアランスの関係

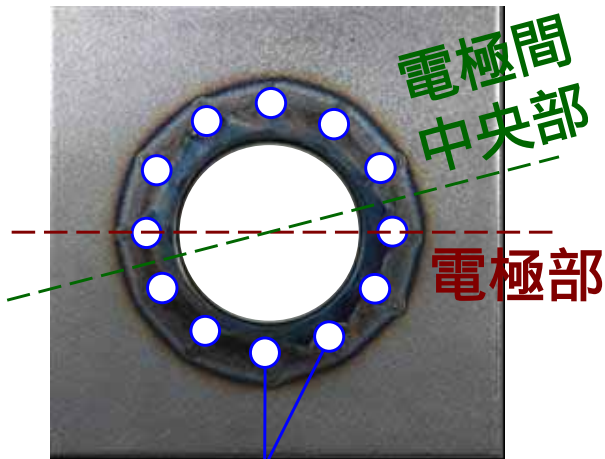


# せん断領域電極部加熱温度における 限界穴広げ率とせん断面比率の関係



# せん断領域電極部加熱温度における 限界穴広げ率と切り口面硬度差の関係

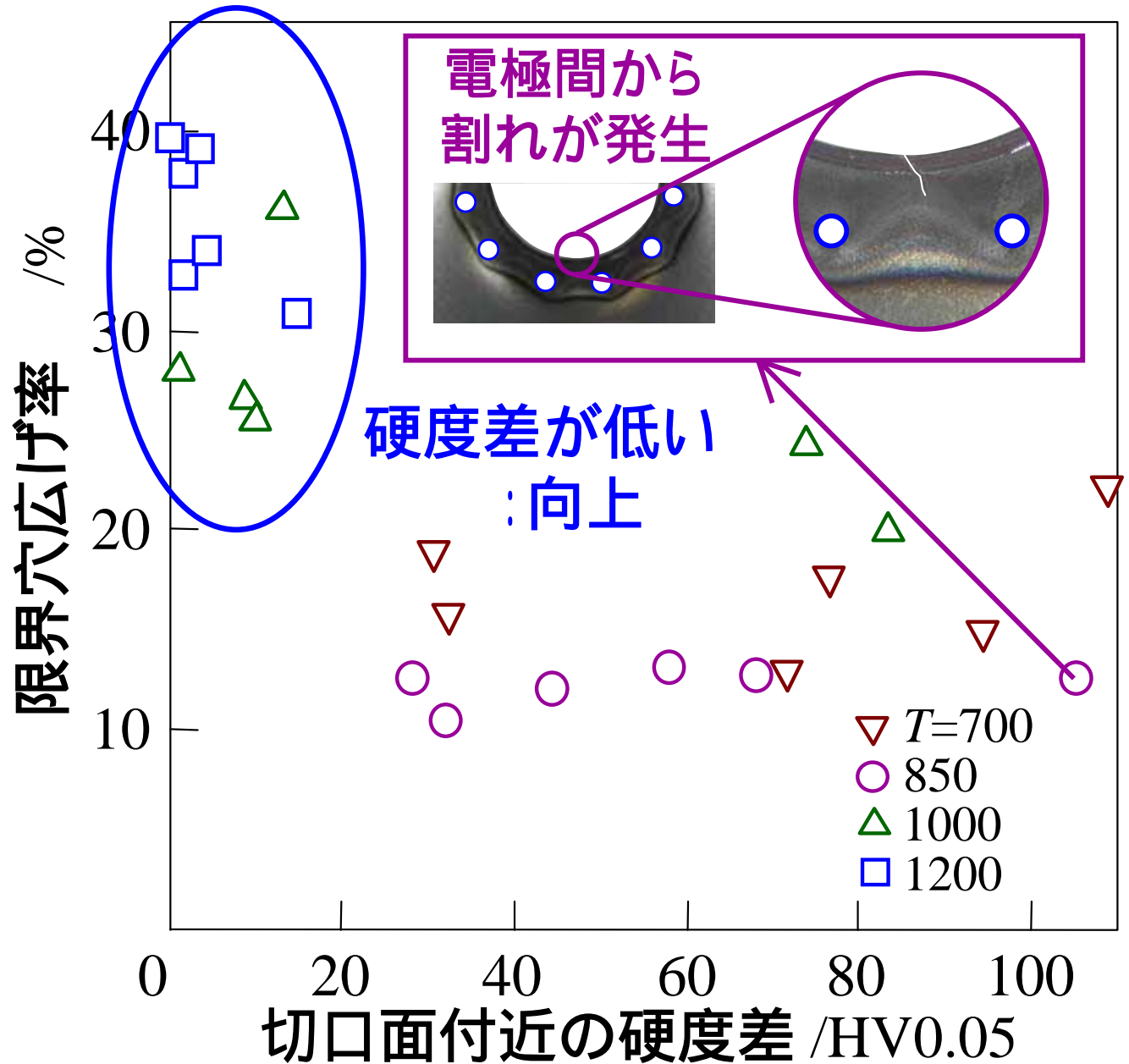
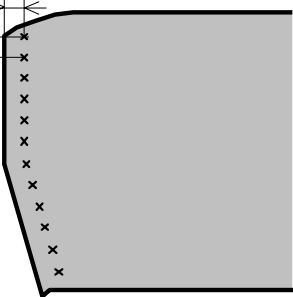
## 硬度測定位置



ピン電極位置

0.1mm

0.1mm



## 結言

- (1) ピン電極材質はCu-Wが最適であった。
- (2) せん断領域電極部加熱温度800 に加熱すると最大穴抜き荷重を冷間加工の1/5程度に減少できた。
- (3) 加熱温度の上昇とともにせん断面比率は増加し、切口面の性状が向上した。
- (4) 温・熱間加工された鋼板の穴抜き加工では、せん断面比率の上昇および加工硬化が無いことから、冷間加工よりも穴広げ性が少し向上した。