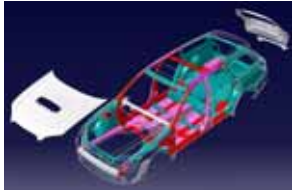


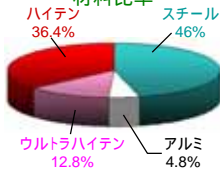
超高張力鋼板のプレス成形によるスプリングバック低減と成形性向上



豊橋技術科学大学
森謙一郎

スパルレガシィ

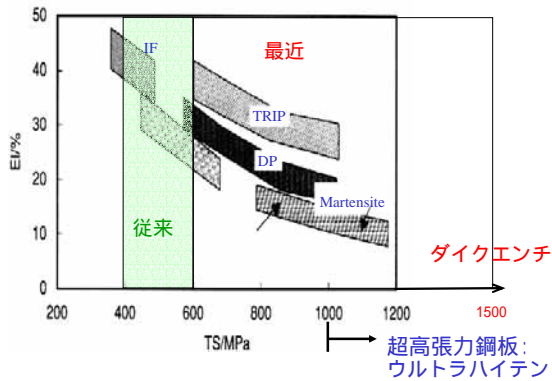
材料比率



トヨタ クラウン, 骨格部材の45%が高張力鋼板

- 1) 超高張力鋼板の特徴
- 2) サーボプレスを用いた決押しによるスプリングバック低減
- 3) 温間プレス成形によるスプリングバック低減
- 4) 熱間プレス成形におけるダイクエンチ効果
- 5) 熱間プレス成形における酸化防止
- 6) 温間せん断加工
- 7) 超高張力鋼板とアルミ合金板のセルフピアシングリベットによる接合

高張力鋼板の強度



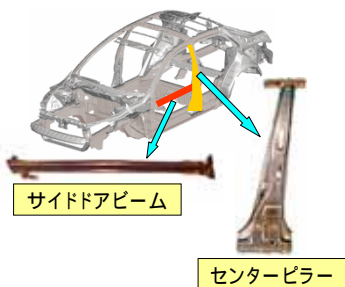
自動車用板材の比強度の比較

板材	引張強さ	比重	比強度
ウルトラハイテン	980 ~ 1470MPa	7.8	126 ~ 188MPa
従来ハイテン	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

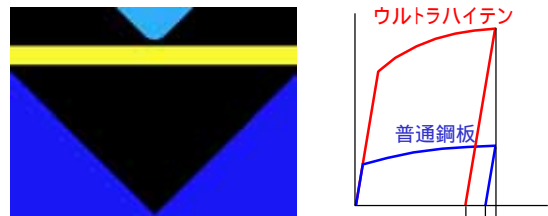
- 低価格
- 成形に関するノウハウの蓄積

ウルトラハイテンの自動車部材への適用

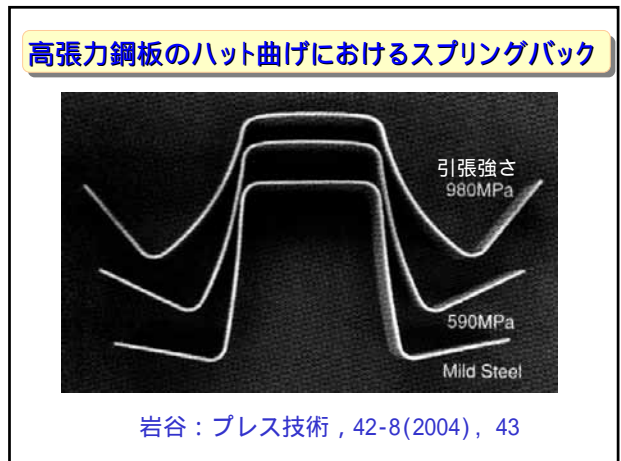
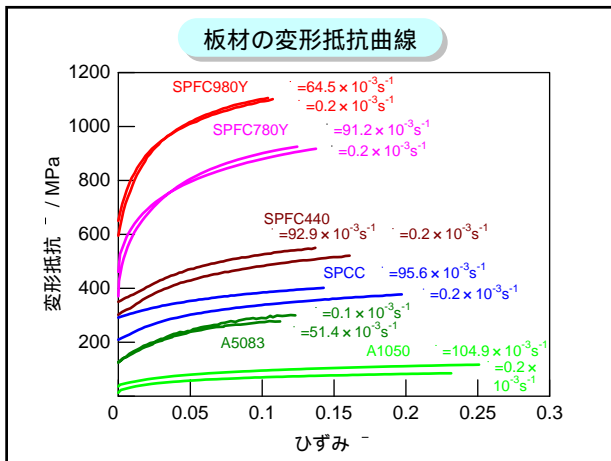
ウルトラハイテン: 1GPa以上



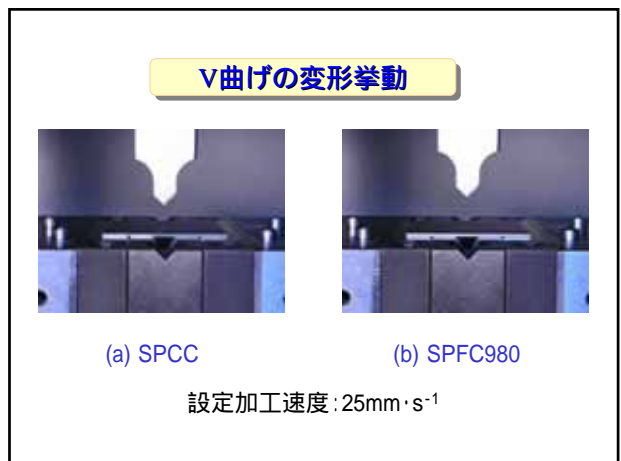
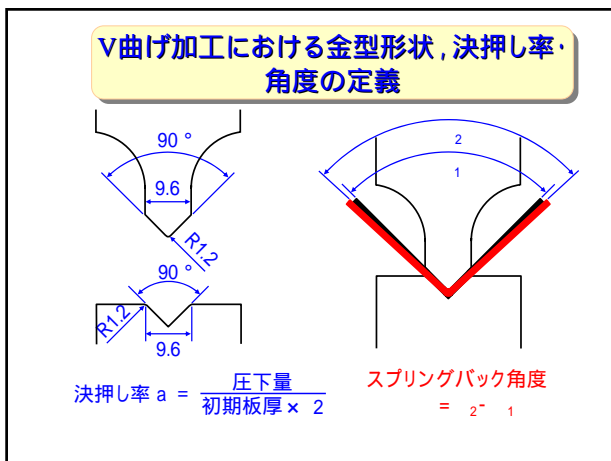
ウルトラハイテンのスプリングバック

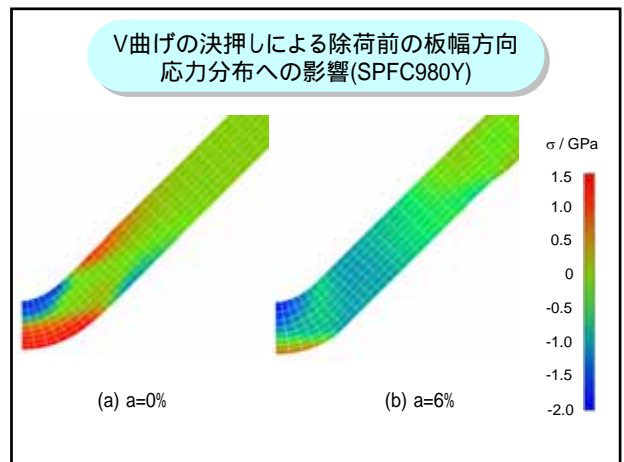
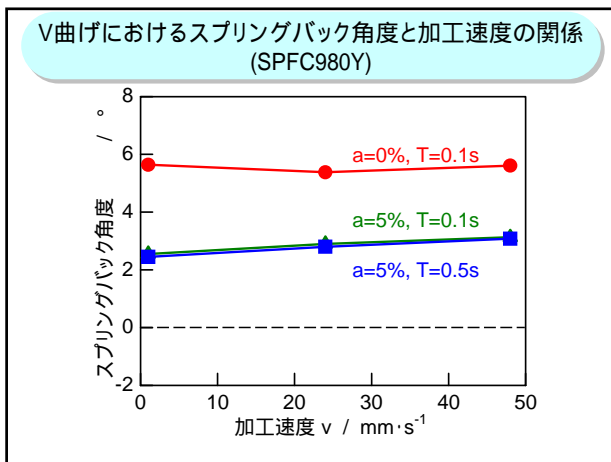
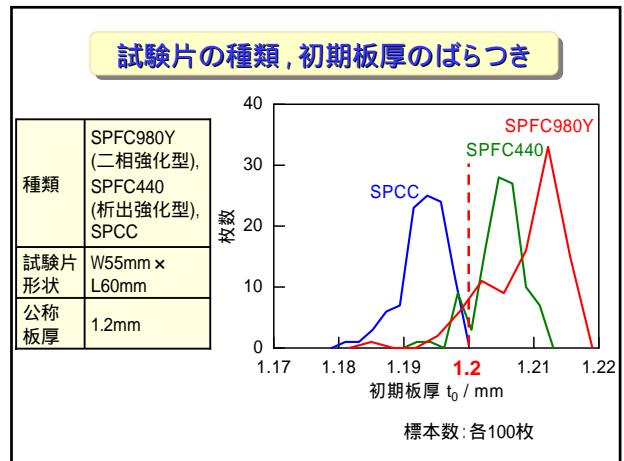
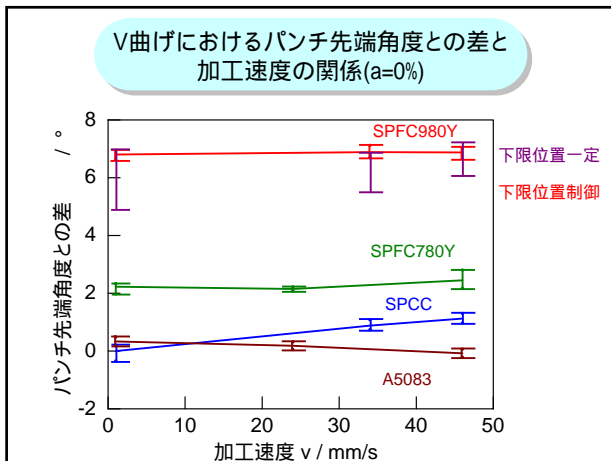


スプリングバック: 大 → 適用が限定
形状凍結性: 低

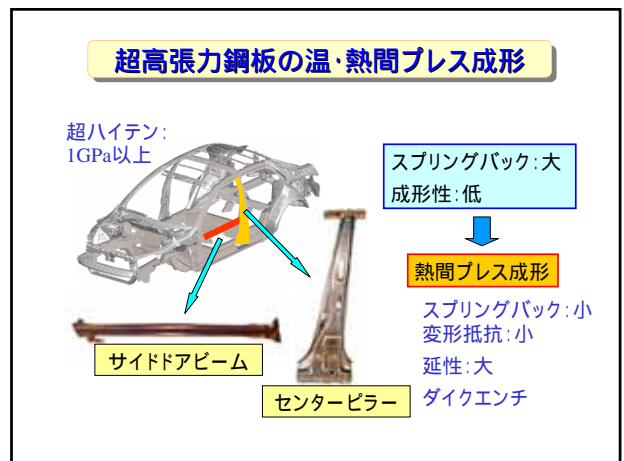


- 1) 超高張力鋼板の特徴
- 2) サーボプレスを用いた決押しによるスプリングバック低減
- 3) 温間プレス成形によるスプリングバック低減
- 4) 熱間プレス成形におけるダイクエンチ効果
- 5) 熱間プレス成形における酸化防止
- 6) 温間打抜き加工
- 7) 超高張力鋼板とアルミ合金板のセルフピアシングリベットによる接合



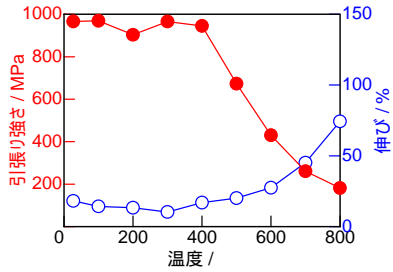


- 1) 超高張力鋼板の特徴
- 2) サーボプレスを用いた決押しによるスプリングバック低減
- 3) 温間プレス成形によるスプリングバック低減
- 4) 熱間プレス成形におけるダイクエンチ効果
- 5) 熱間プレス成形における酸化防止
- 6) 温間せん断加工
- 7) 超高張力鋼板とアルミ合金板のセルフピアシングリベットによる接合



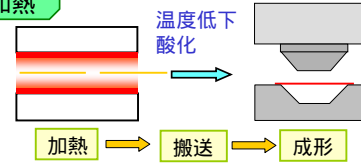
超高張力鋼板の高温引張り特性

SPFC980Y, 板厚 1.2mm

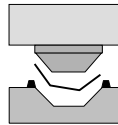


通電型内加熱を用いた温・熱間プレス成形

炉加熱



通電加熱



- 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

サーモグラフィ

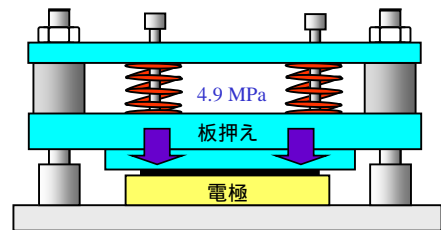
600mm

板押え

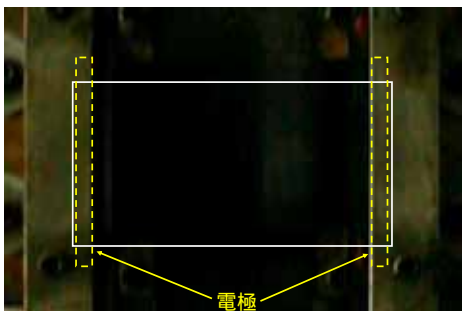
電極

絶縁体

板押えの構造



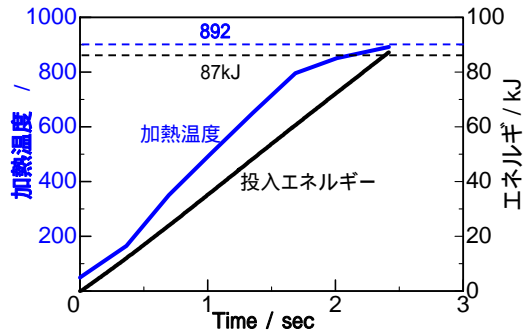
通電加熱の映像 (SPFC980)



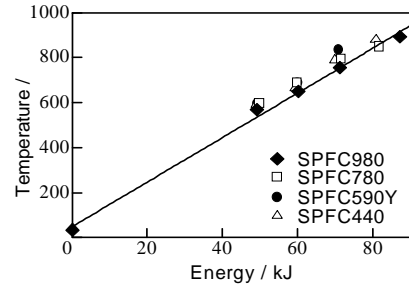
通電加熱中のサーモグラフィ映像 (SPFC980)



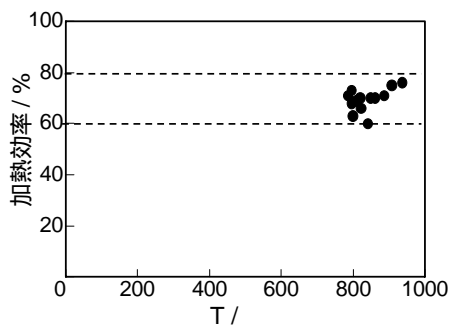
加熱温度と投入エネルギーの時間変化(SPFC980)



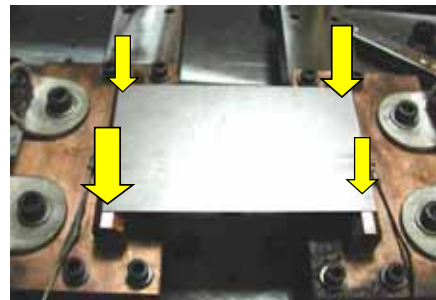
温度と投入エネルギーの関係



加熱効率



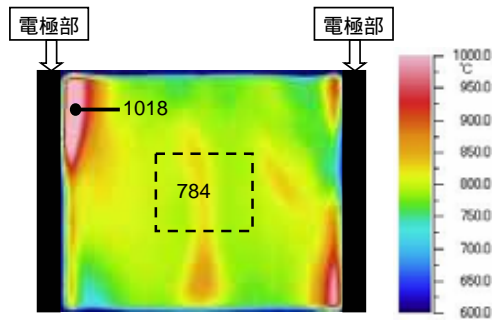
面圧不均一の影響



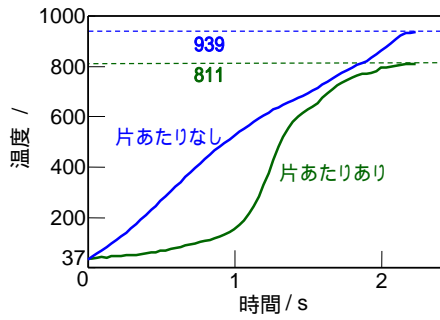
面圧不均一における温度分布



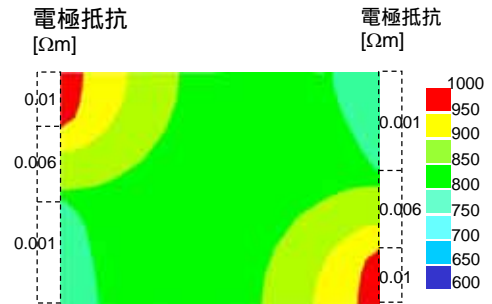
面圧不均一における温度分布



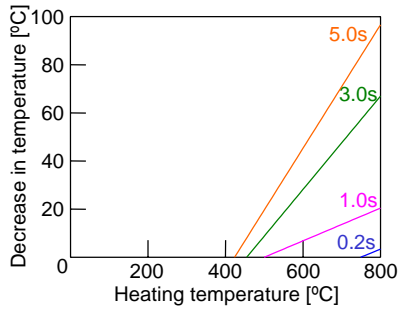
面圧不均一の影響 ($t=1.2\text{mm}$, $E=10\text{V}$)



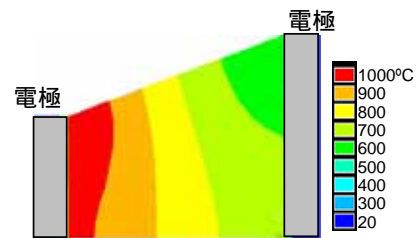
面圧不均一における温度分布の計算結果



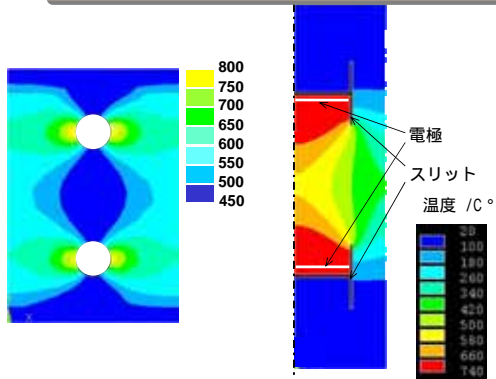
最高温度からの冷却度合い (SPFC980Y)



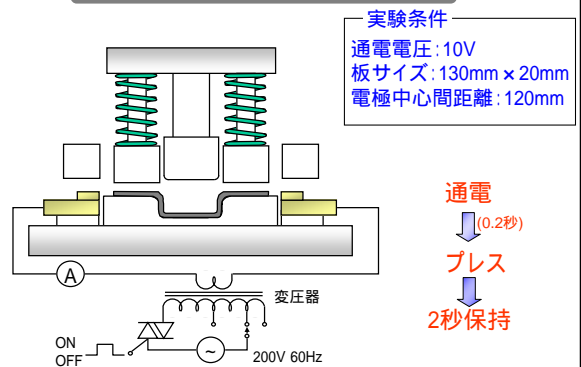
温度分布の有限要素シミュレーション



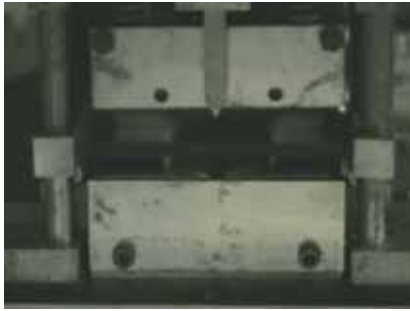
温度分布の有限要素シミュレーション



通電加熱ハット曲げ成形装置



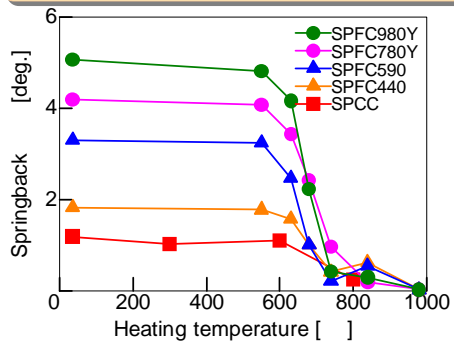
通電加熱ハット曲げ成形 (980 °C)



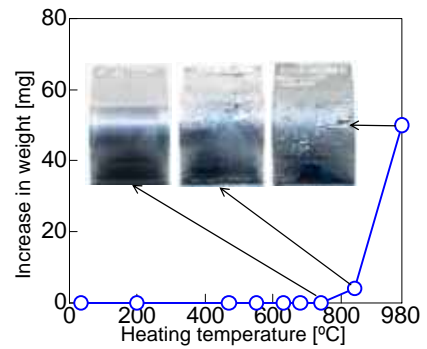
ハット曲げの成形体 (SPFC980Y)



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



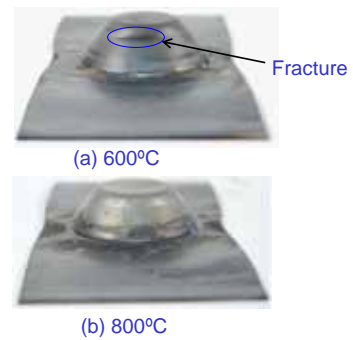
ハット曲げ後の酸化スケール発生状況 (SPFC980Y)



800°Cにおける絞り成形(SPFC980Y)



絞り成形体(SPFC980Y)



- 1) 超高張力鋼板の特徴
- 2) サーボプレスを用いた決押しによるスプリングバック低減
- 3) 温間プレス成形によるスプリングバック低減
- 4) 熱間プレス成形におけるダイクエンチ効果
- 5) 熱間プレス成形における酸化防止
- 6) 温間せん断加工
- 7) 超高張力鋼板とアルミ合金板のセルフピアシングリベットによる接合

実験材料

超高張力鋼板 SPFC980Y, SAFC980D

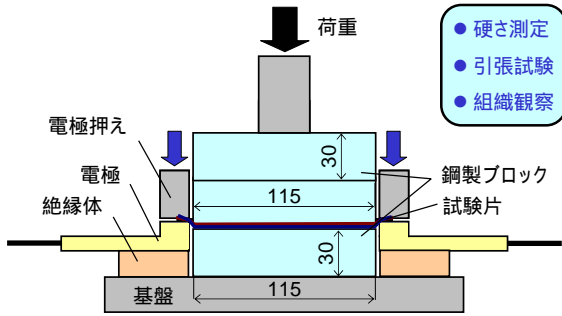
主要成分組成 (mass%)

	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

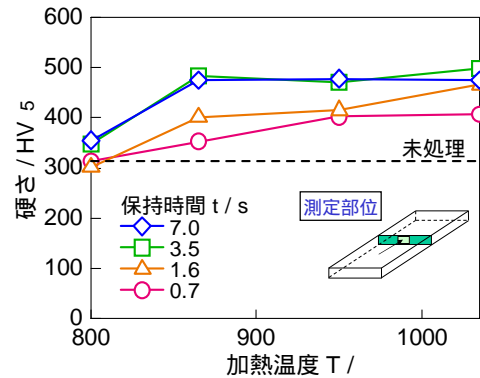
はさみ込みクエンチ実験方法

試験片材質: SPFC980Y
試験片寸法: 130^L × 20^W × 1.2^t

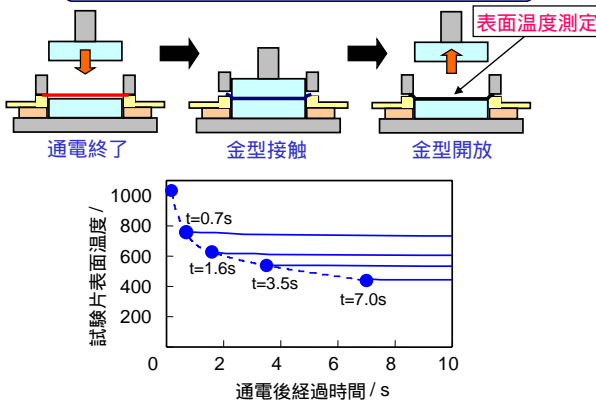
加熱温度 T=800,865,950,1035
はさみ込み保持時間 t=0.7,1.6,3.5,7.0s



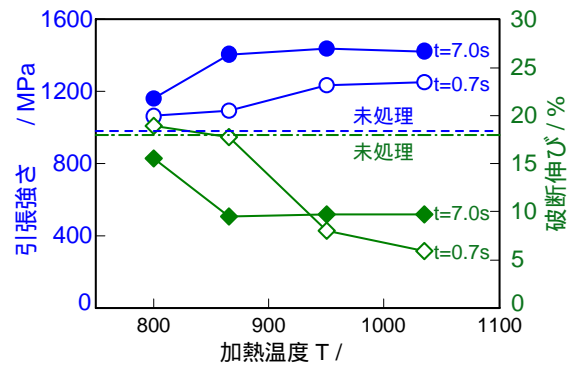
加熱温度, はさみ込み保持時間の硬さへの影響

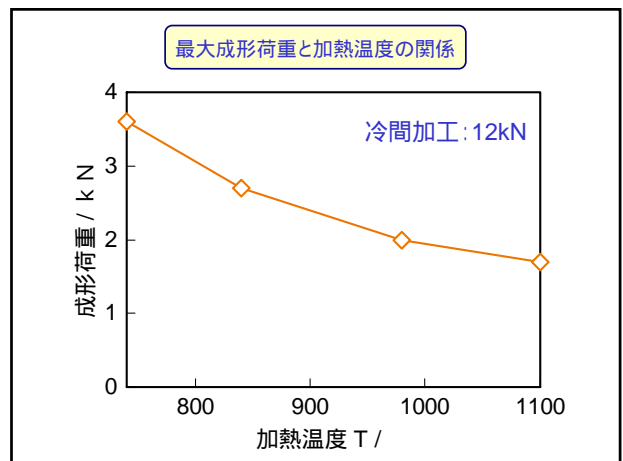
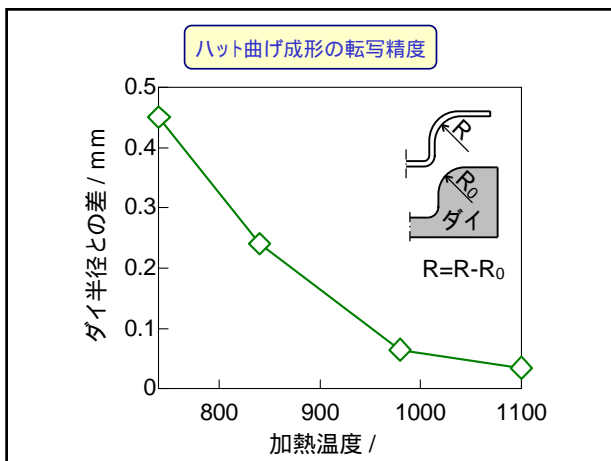
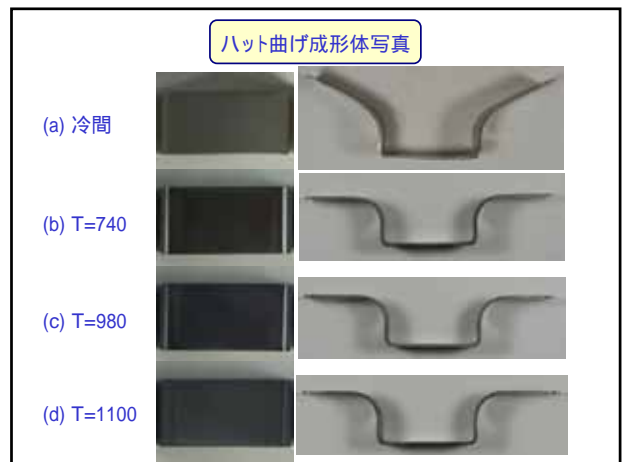
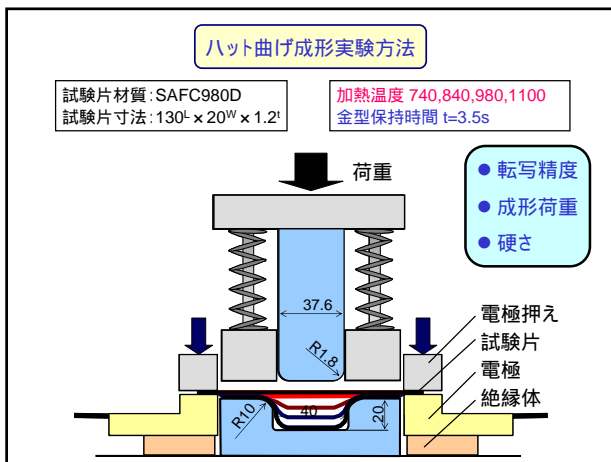
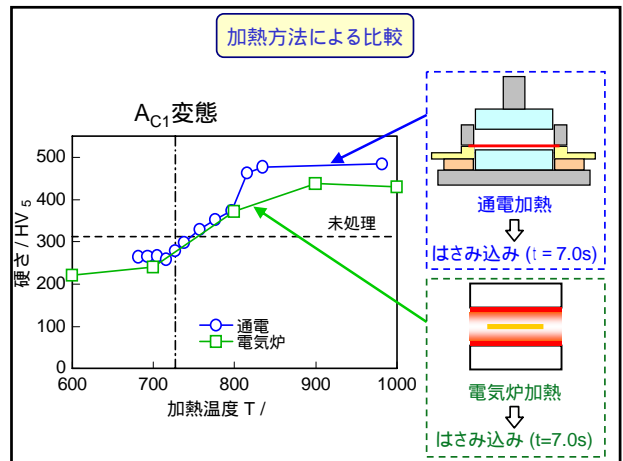


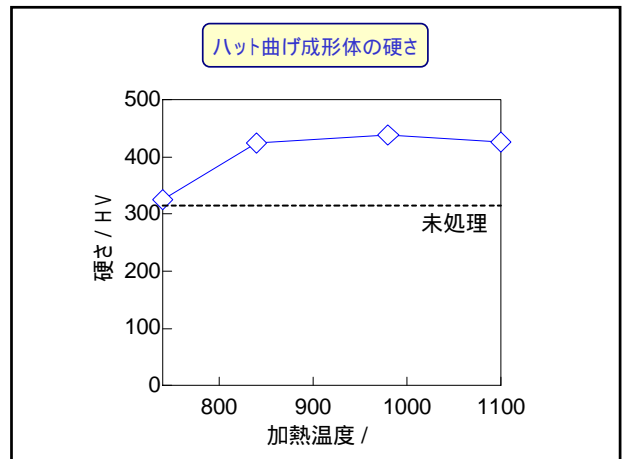
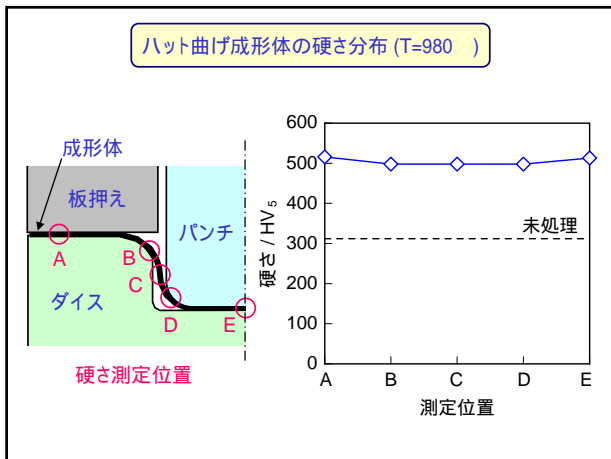
通电後経過時間と試験片表面温度の関係 (1035)



はさみ込みクエンチ後の引張特性







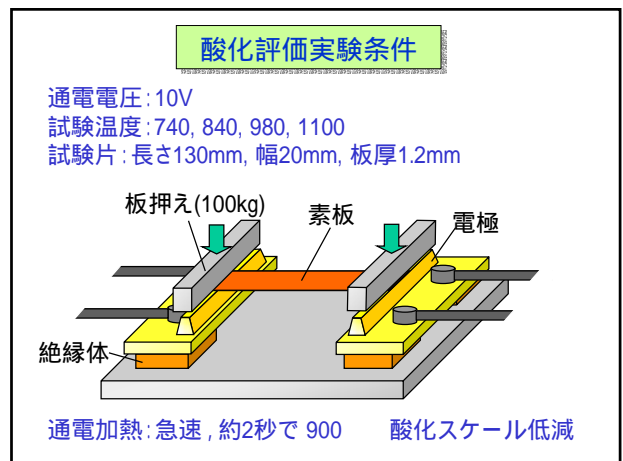
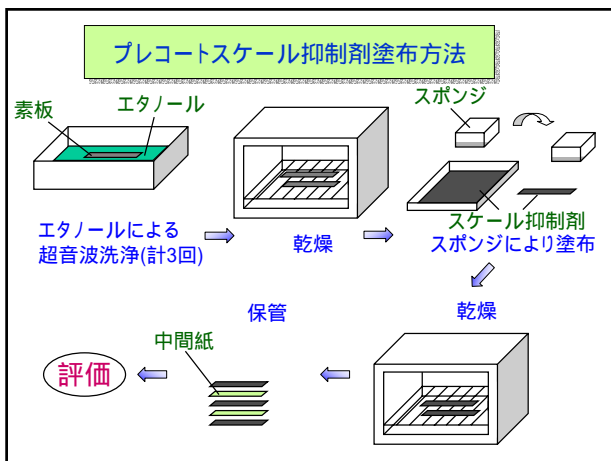
- 1) 超高張力鋼板の特徴
- 2) サーボプレスを用いた決押しによるスプリングバック低減
- 3) 温間プレス成形によるスプリングバック低減
- 4) 熱間プレス成形におけるダイクエンチ効果
- 5) 熱間プレス成形における酸化防止
- 6) 温間せん断加工
- 7) 超高張力鋼板とアルミ合金板のセルフピアシングリベットによる接合

加熱のみによるプレコートスケール抑制剤評価実験

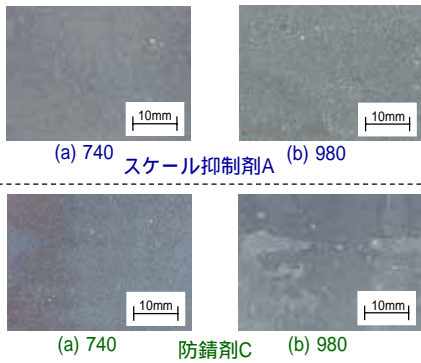
使用鋼板
980MPa級高張力鋼板, 1.2mm

評価したスケール抑制剤

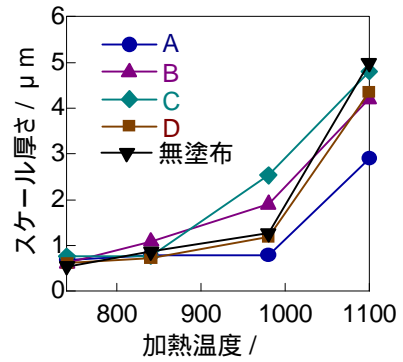
剤種	A	B	C	D
防錆元素	K,B,C,Na	Si,Na	Ca	C
タイプ	液化皮膜	犠牲酸化	犠牲酸化	犠牲酸化



プレコートスケール抑制剤評価実験結果

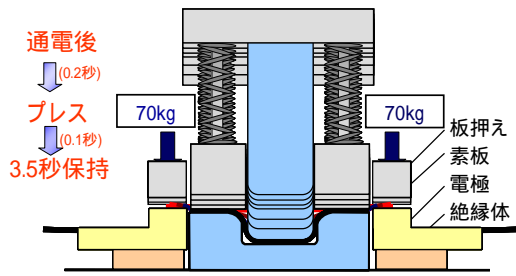


スケール厚さと加熱温度の関係

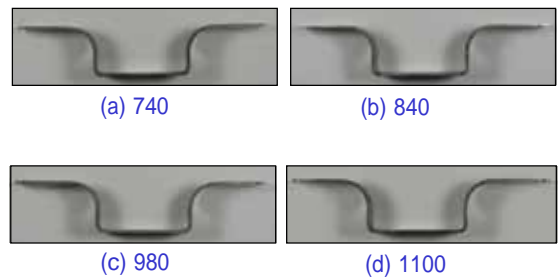


プレコート防錆剤を用いたハット曲げ成形実験条件

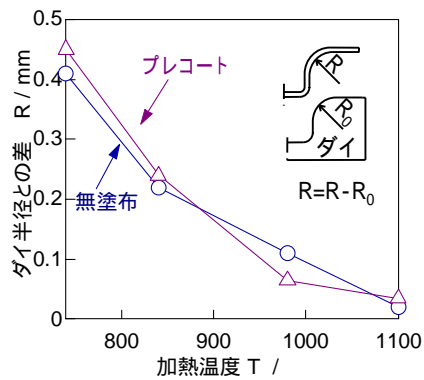
通電電圧: 10V
 試験温度: 740, 840, 980, 1100
 試験片: 長さ130mm, 幅20mm, 板厚1.2mm



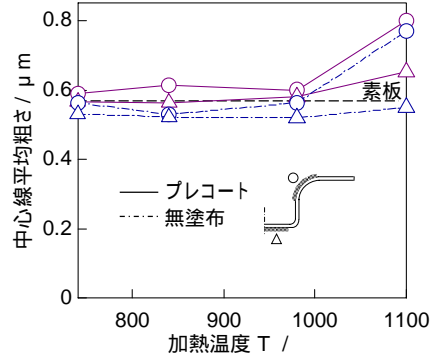
ハット曲げ成形品

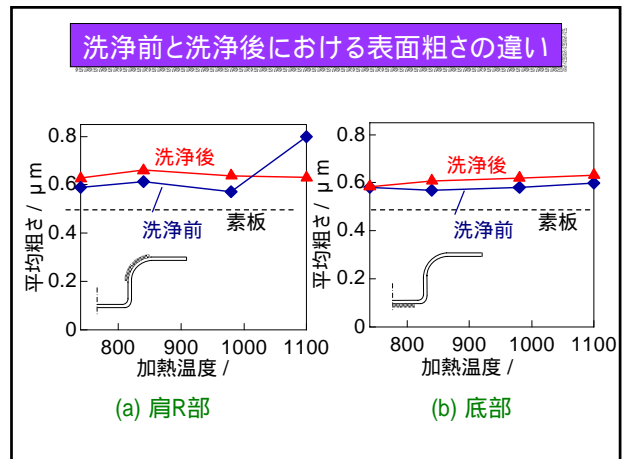
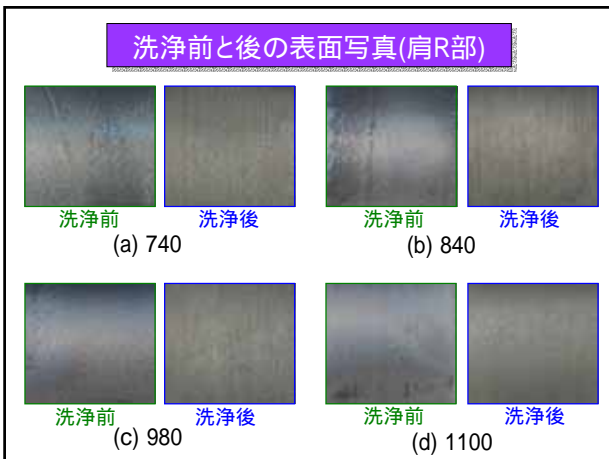
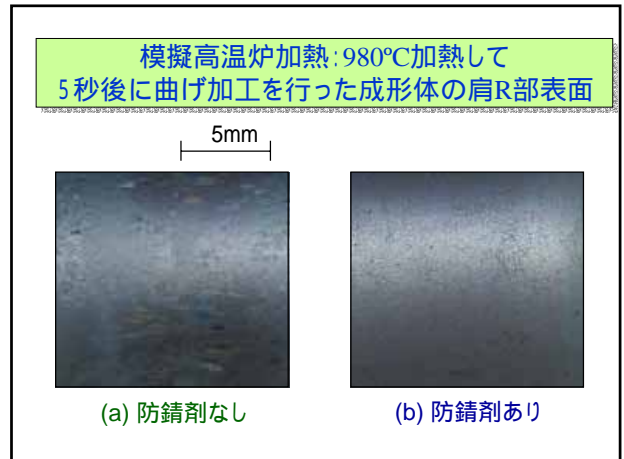
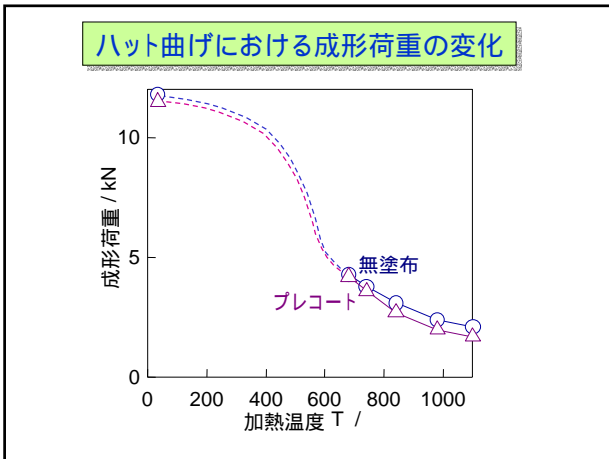
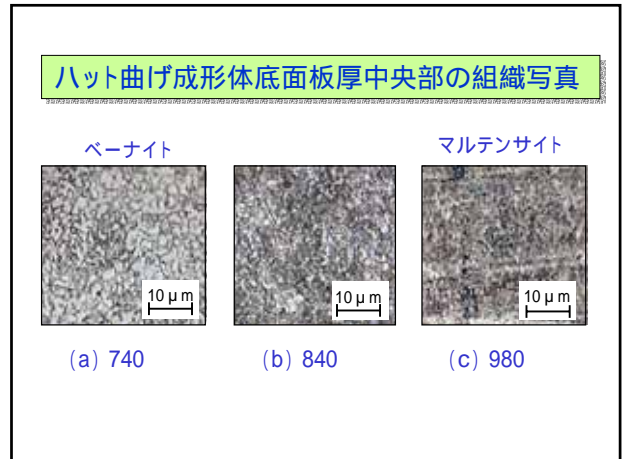
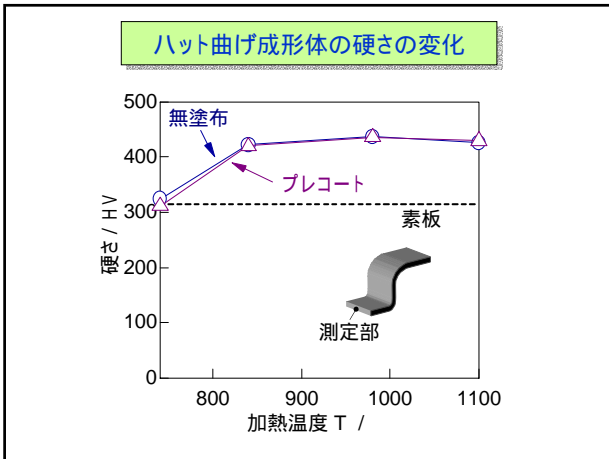


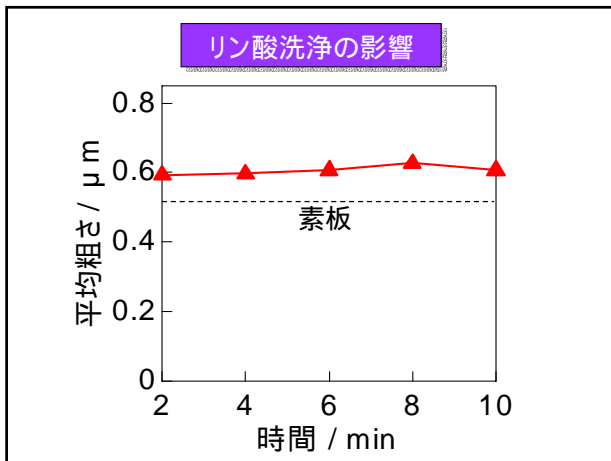
ハット曲げ成形体の肩R部の転写精度



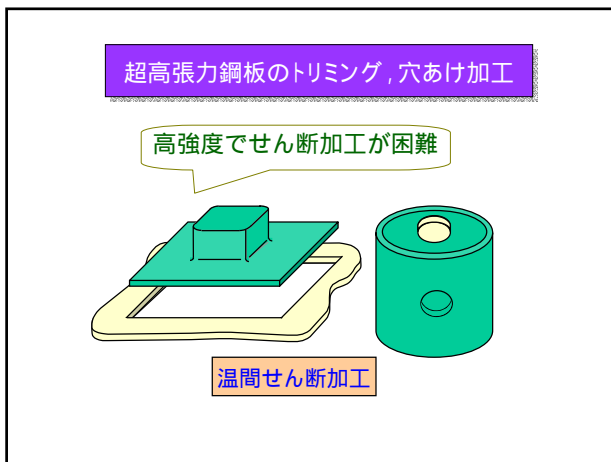
ハット曲げ成形体の中心線平均粗さ







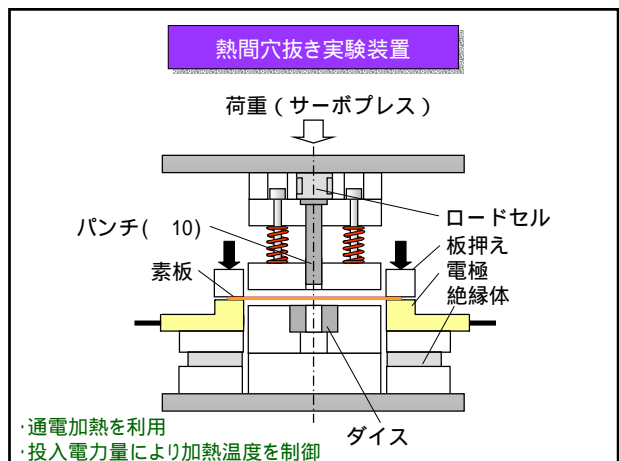
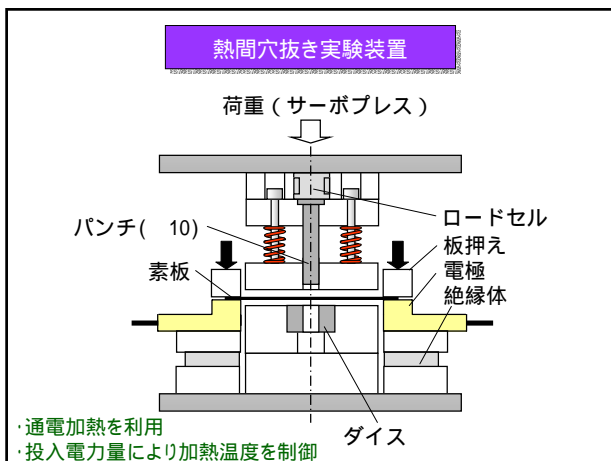
- 1) 超高張力鋼板の特徴
- 2) サーボプレスを用いた決押しによるスプリングバック低減
- 3) 温間プレス成形によるスプリングバック低減
- 4) 熱間プレス成形におけるダイクエンチ効果
- 5) 熱間プレス成形における酸化防止
- 6) 温間せん断加工
- 7) 超高張力鋼板とアルミ合金板のセルフピアシングリベットによる接合

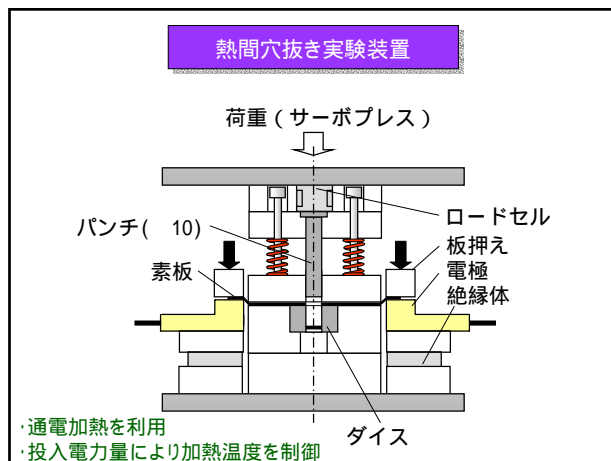
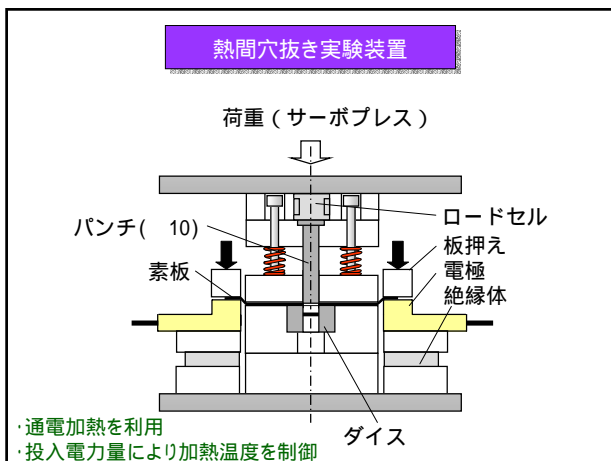
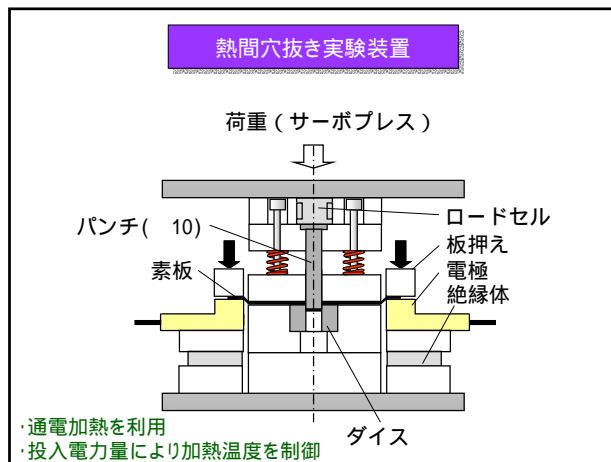
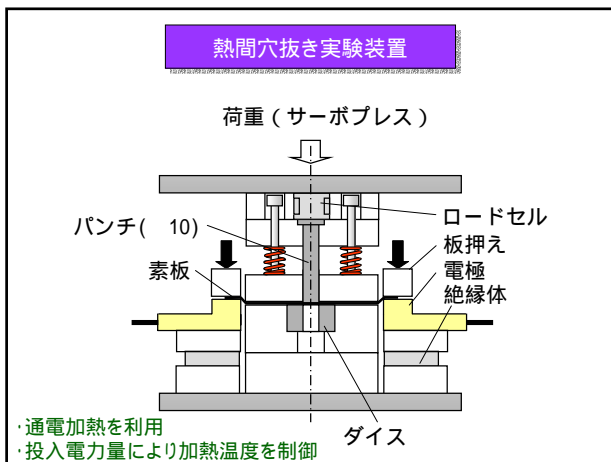
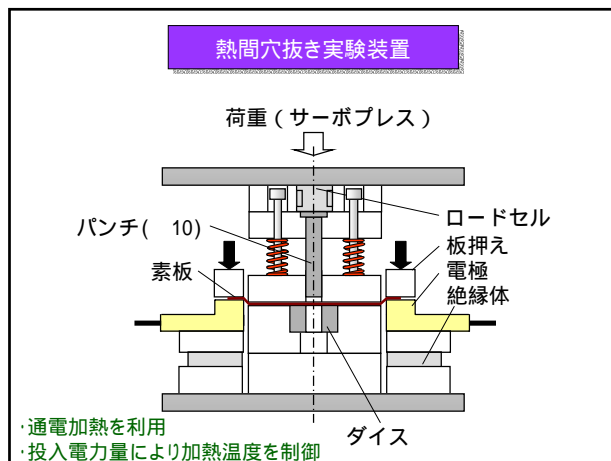
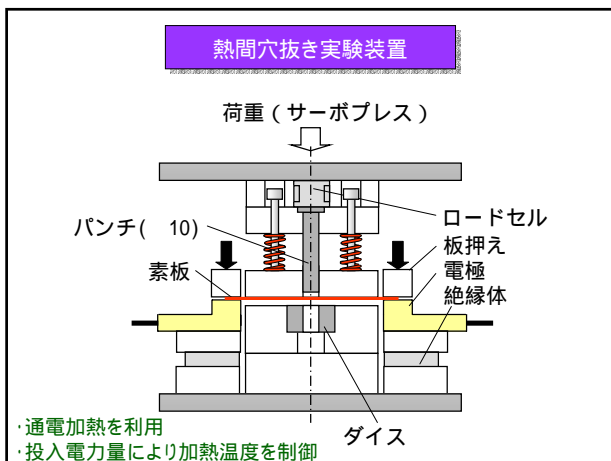


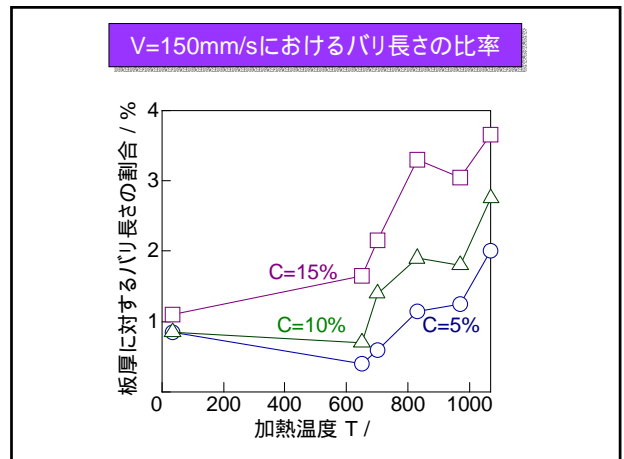
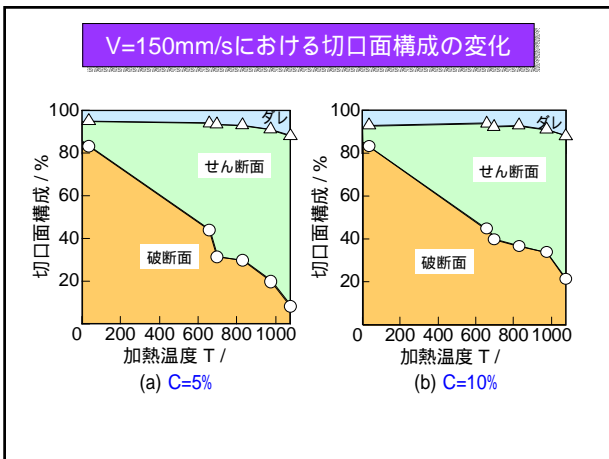
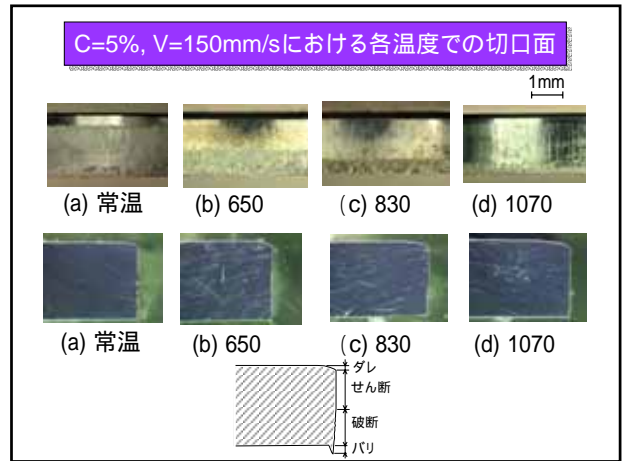
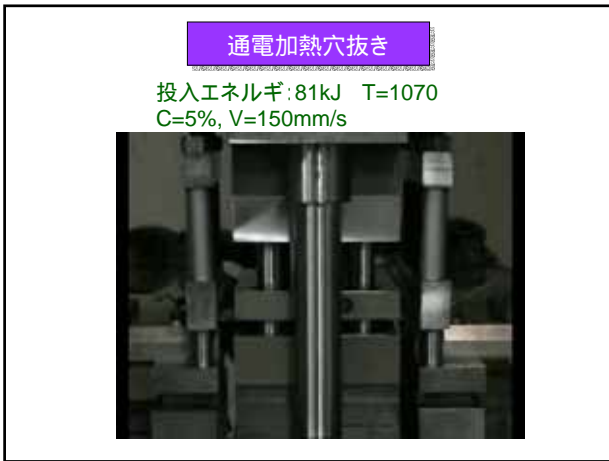
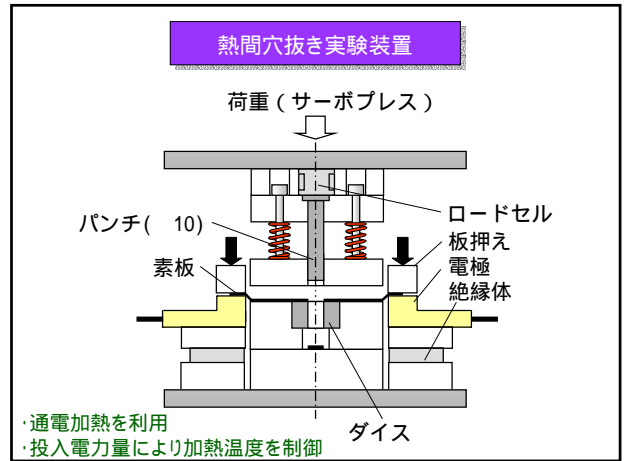
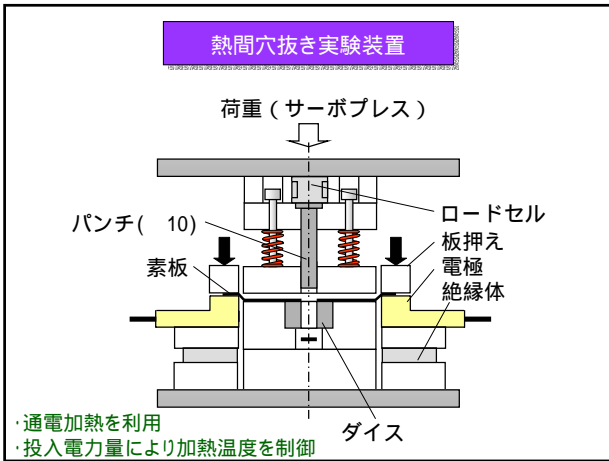
穴抜き実験条件

- ・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)

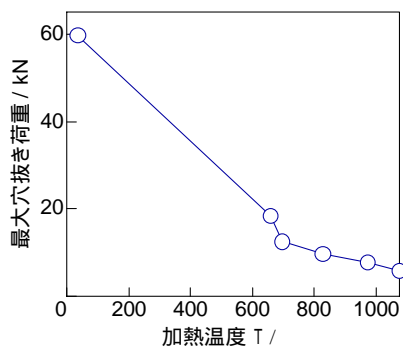
加熱温度 $T /$	650, 700, 830, 970, 1070
クリアランス $C / \%$	5, 10, 15
穴抜き速度 $V / \text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$	100, 150



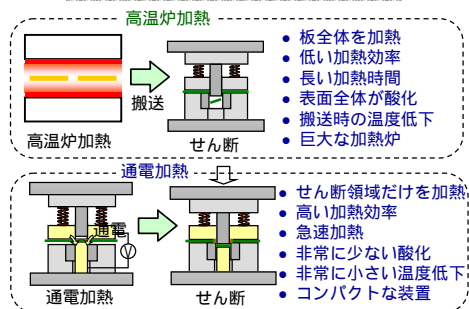




C=5%, V=150mm/sにおける最大穴抜き荷重の変化

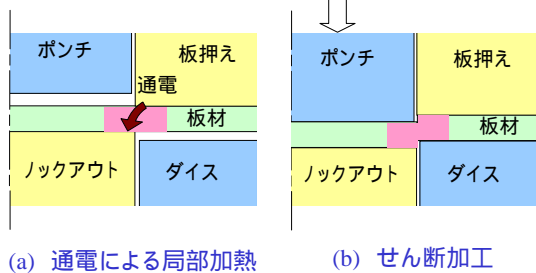


高温炉加熱と通電加熱

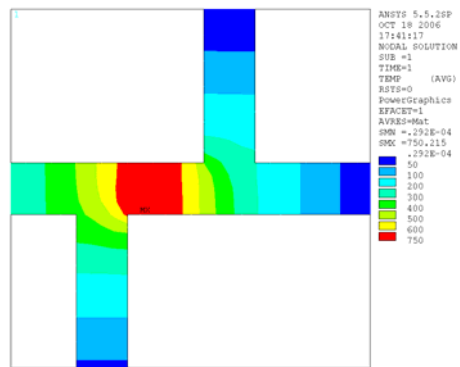


板押えとノックアウトの通電による局部加熱

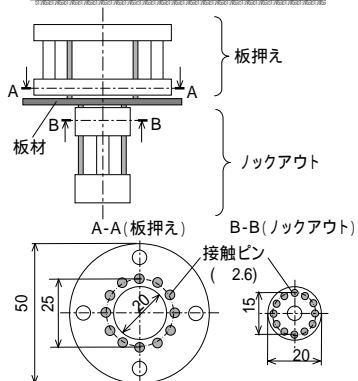
ポンチとダイスの加熱防止



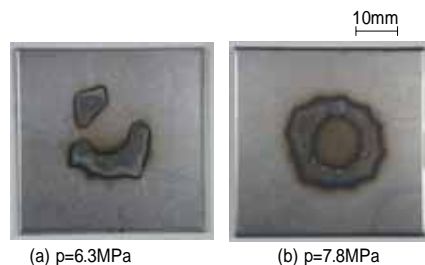
FEMシミュレーションによる温度分布



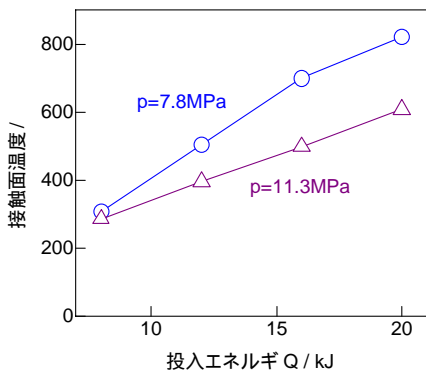
熱間穴抜き実験装置



I=8kA, Q=16kJにおける加熱後の試験片

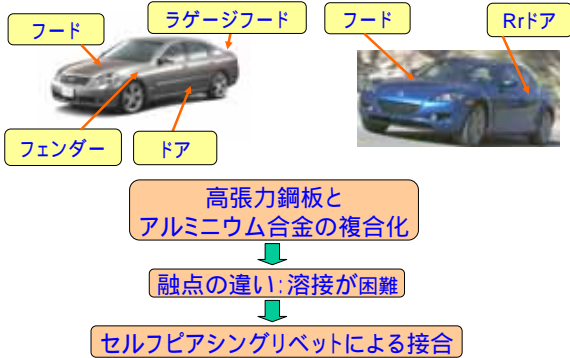


I=8kAにおける接触面温度と投入エネルギーの関係



- 1) 超高張力鋼板の特徴
- 2) サーボプレスを用いた決押しによるスプリングバック低減
- 3) 温間プレス成形によるスプリングバック低減
- 4) 熱間プレス成形におけるダイクエンチ効果
- 5) 熱間プレス成形における酸化防止
- 6) 温間せん断加工
- 7) 超高張力鋼板とアルミ合金板のセルフピアッシングリベットによる接合

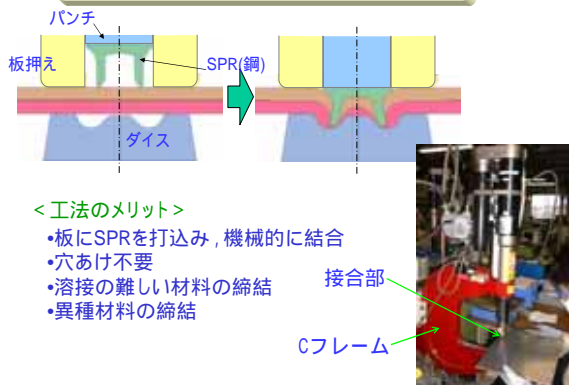
アルミニウム合金板の部分採用化



アルミニウム板の接合



セルフピアッシングリベット



アルミニウム板と高張力鋼板の接合

高張力鋼板

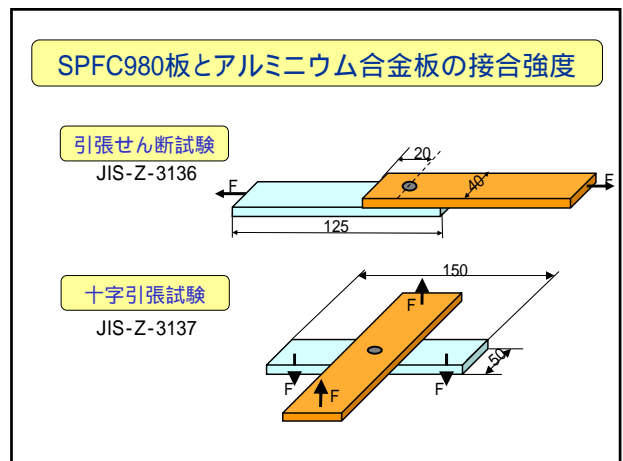
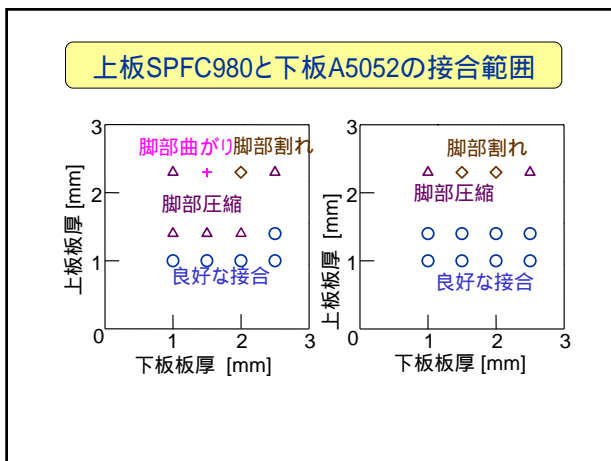
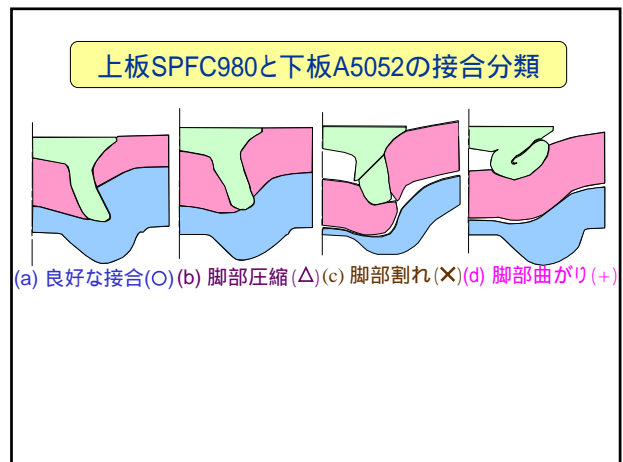
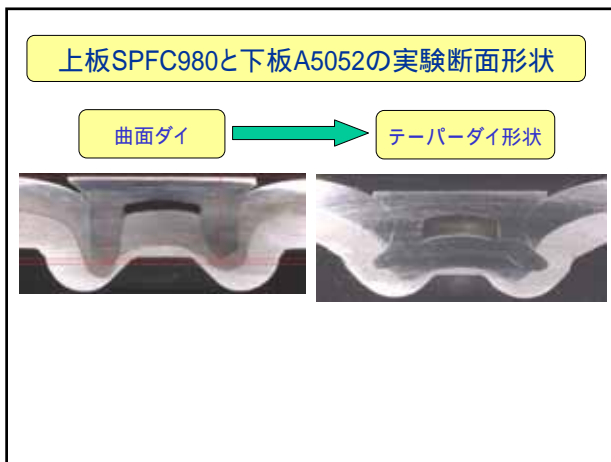
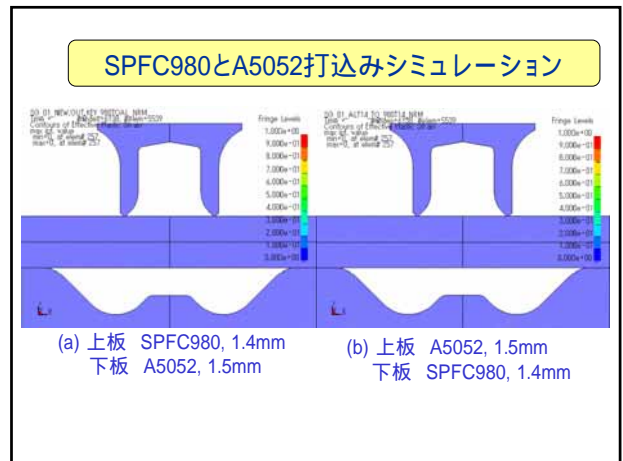
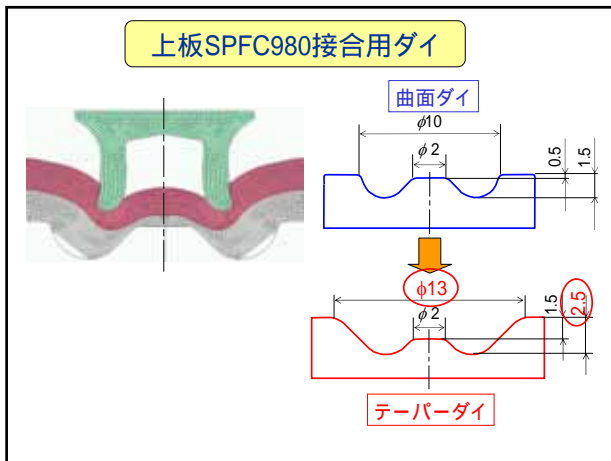
- ・高強度, 高硬度
- ・延性小

リベット硬度に近い

多種の不良が想定

ダイ形状の最適化 (ダイ径, 深さ)

リベット割れ リベット折れ



引張せん断試験

上板: SPFC980, 1.4mm



リベット

下板: A5052, 1.5mm

アルミニウム合金板のせん断破壊抜け

せん断破壊強度: 6.8kN

十字引張試験

上板: SPFC980, 1.4mm



リベット

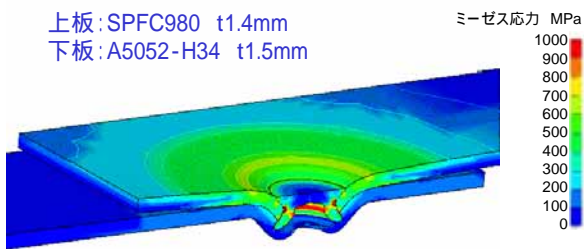
下板: A5052, 1.5mm

アルミニウム合金板の破壊抜け

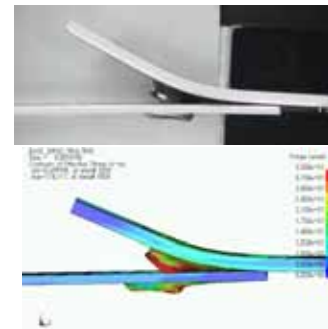
十字引張強度: 3.0kN

引張せん断試験の有限要素シミュレーション

上板: SPFC980 t1.4mm
下板: A5052-H34 t1.5mm



引張せん断試験の有限要素シミュレーション



- 1) 超高張力鋼板の特徴
- 2) サーボプレスを用いた決押しによるスプリングバック低減
- 3) 温間プレス成形によるスプリングバック低減
- 4) 熱間プレス成形におけるダイクエンチ効果
- 5) 熱間プレス成形における酸化防止
- 6) 温間せん断加工
- 7) 超高張力鋼板とアルミ合金板のセルフピアシングリベットによる接合