

豊橋技術科学大学の学生数と加工学関係の研究室

豊橋技術科学大学 工学部学生:1206名

大学院学生:1021名

合計 2227名 (高専出身が約8割)

機械系(機械工学, 機械システム, 生産システム):573名

研究室に配属されている学生数:441名(学部4年生以上)

機械系:16研究室

ものづくり(加工学)関係の研究室:

- ・マイクロ・ナノ機械システム研究室→MEMS
- ・寄附講座OSGナノマイクロ加工学講座→極微細加工
- ・界面・表面創製研究室→溶射, FSW
- ・極限成形システム研究室→塑性加工

極限成形システム研究室(旧塑性加工研究室)

・教員:3名

教授 森謙一郎, 講師 安部洋平, 助手 前野智美

・学生数:22名

博士1年生:1名(留学生)

修士2年生:7名

修士1年生:6名

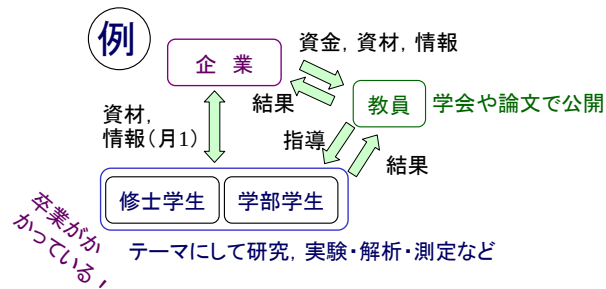
学部4年生:7名

研究生:1名(留学生)



極限成形システム研究室の研究形態

- ・現在取り組んでいる研究テーマ数:15
(修士1年生以上に1つ以上, 学部生は修士生の一部)
- ・研究期間は約2年, 企業と共同がほとんど.
- ・ほとんどが修士2年生で修了して就職



研究室の研究設備(プレス機, 材料試験機, 工作機械)

- ◇ 精密万能試験機 (5, 25tonf・2台)
- ◇ 材料試験機(100tonf)
- ◇ 各種高温炉
- ◇ ファインカッター
- ◇ 旋盤
- ◇ ボール盤
- ◇ 小型圧延機



サーボプレス(150tonf, 80tonf)



通電加熱用電源

研究室の研究設備:測定装置

- ◇ デジタルマイクロスコープ
- ◇ デジタル光学顕微鏡
- ◇ 熱機械分析装置
- ◇ デジタル表面粗さ測定器
- ◇ 3次元形状測定器
- ◇ サーモグラフィー, 2台
- ◇ 各種硬さ試験機
- ◇ 超音波厚さ計



カラーレーザ顕微鏡



走査電子顕微鏡

研究室の研究設備:解析ソフト, CADソフト

- ◇ LS-DYNA(成形解析)
- ◇ ANSYS(熱, 構造解析)
- ◇ Abacus(成形解析)
- ◇ 学生1名に1台のパソコン
- ◇ Autocad(学内共用CAD)
- ◇ Solidworks(学内共用CAD)



研究設備・装置(学内共用:実験実習工場)



主要設備:

立型マシニングセンタ(2台)、横型マシニングセンタ(2台)、CNC旋盤(1台)、CNC微細フライス(1台)、NCフライス盤(2台)、炭酸ガスレーザー加工機、ワイヤ放電加工機、エアブラズマ切断機、プレスブレーキ、シャーリングマシン、平面研削盤、ファインカット、旋盤(6台)、フライス盤(2台)、コンタマシン(2台)、ハンドソー(1台)、溶接機

→汎用機は学生が加工することが多い

近年の極限成形システム研究室修了生の就職先

- | | |
|----------|-------------|
| ◇ 本田技研工業 | ◇ コマツ |
| ◇ ダイハツ工業 | ◇ 日本製鋼所 |
| ◇ 豊田自動織機 | ◇ オークマ |
| ◇ ジェイテクト | ◇ フタバ産業 |
| ◇ 森精機製作所 | ◇ 新キャタピラー三菱 |
| ◇ 日新製鋼 | ◇ 日産自動車 |
| ◇ トヨタ自動車 | ◇ シマノ |
| ◇ スズキ | ◇ ダイキン |
| ◇ トヨタ車体 | ◇ KYB工業 |
| ◇ トピー工業 | など |

サーボプレスと超・高張力鋼板の板成形

ハイトン化



骨格部材の45%が超・高張力鋼板

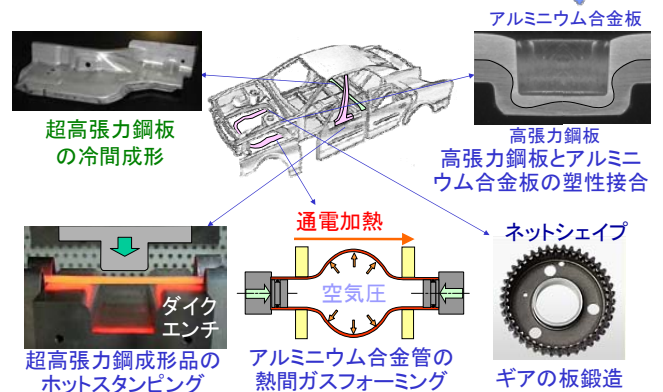
アルミ化



アルミ自動車

板材	引張強さ MPa	比重	比強度 MPa
高張力鋼板	590	7.8	76
超高張力鋼板	980	7.8	125
アルミ合金板 A5052	260	2.7	96
軟鋼板	270	7.8	35

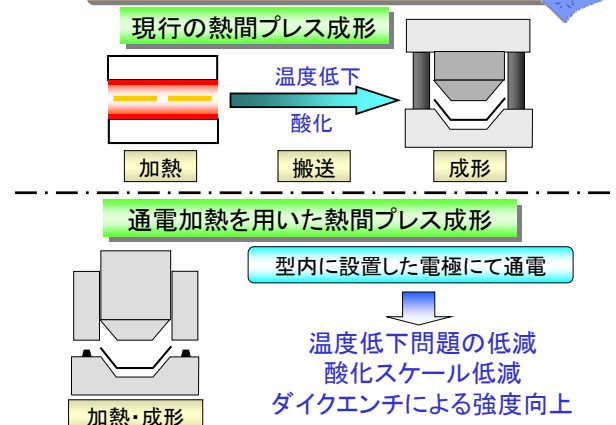
軽量自動車部品の極限成形



研究テーマ

- 1) 超高張力鋼板の温・熱間プレス成形およびダイクエンチ
- 2) 通電加熱を用いた高張力鋼板の温・熱間せん断加工
- 3) 高張力鋼板の冷間プレス成形における成形性向上
- 4) ステンレス鋼板・高張力鋼板のしごき加工における焼付き防止
- 5) マグネシウム合金板の冷間プレス成形
- 6) 板鍛造による局部増肉テラードブランクの成形
- 7) 自動再潤滑を利用した荷重振動鍛造による薄肉部品の成形
- 8) 摩擦圧接テラードビレットを用いた強度分布を有する製品の鍛造加工
- 9) アルミニウム合金のダイクエンチ熱間鍛造
- 10) 金型の弾性変形を制御した歯車の冷間鍛造
- 11) アルミニウム管の熱間ガスフォーミング
- 12) アルミニウム合金鋳物の熱間しごきスピニング加工
- 13) セルフピアッシングリベットによるアルミニウム合金板と高張力鋼板の接合
- 14) メカニカルクリンチングによるアルミニウム合金板と高張力鋼板の接合

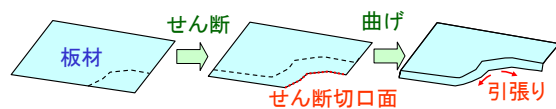
超高張力鋼板の温・熱間プレス成形



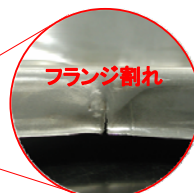
超高張力鋼板の熱間プレス成形



プレス成形におけるフランジ割れ

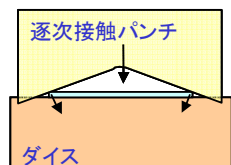
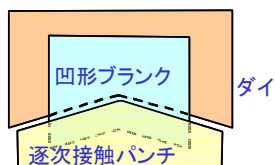


780MPa級 プレス成形部品

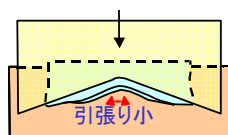


フランジ割れ
板材端部で発生する
引張応力による割れ

逐次接触パンチによる角部引張りの軽減

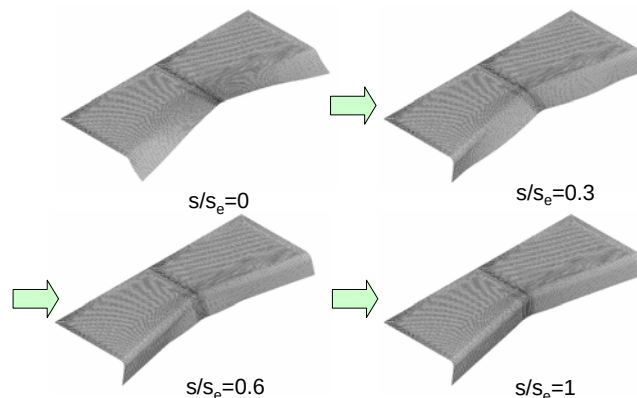


成形前

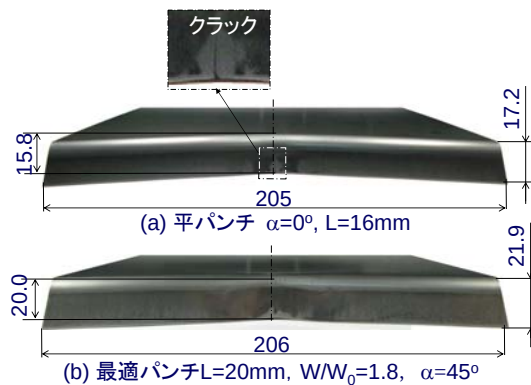


成形中

逐次接触パンチによる伸びフランジ成形の変形挙動 ($\alpha=10^\circ$, $W/W_0=1.0$, $L=17\text{mm}$)

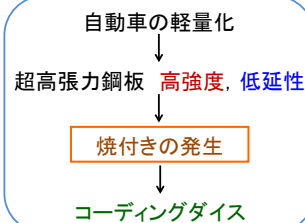


980MPa級鋼板の逐次接触パンチによる割れの防止



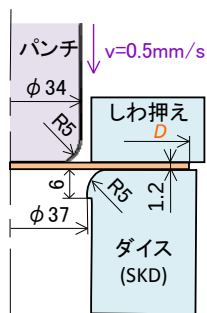
超高張力鋼板のしごき絞り加工における 皮膜処理ダイスによる焼付き防止

超高張力鋼プレス成形車体部品



目的: 耐焼付き性の向上

超高張力鋼板の深絞り加工条件

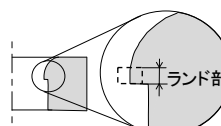


材質	SPFC1180YN
引張強さ / MPa	1250
伸び / %	8.2
n値	0.11
r値	0.49

潤滑剤: 鋼板用防錆油

Dを2mm毎に増加
→ 限界絞り比

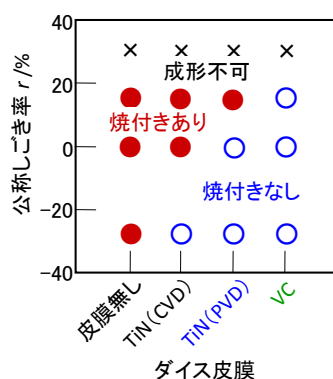
ダイスランド部軸方向粗さ



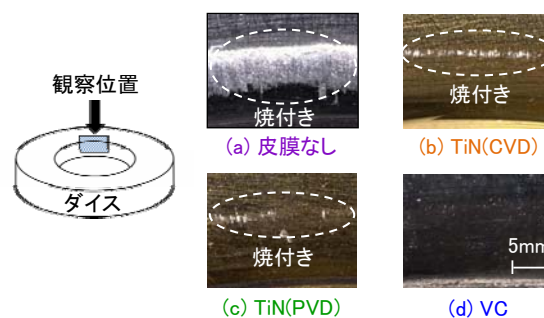
ダイスの粗さ測定位置

ダイス皮膜種	算術平均高さ / μmRa	最大高さ / μmRz
皮膜無し	0.03	0.19
TiN(CVD)	0.03	0.43
TiN(PVD)	0.06	0.84
VC	0.02	0.12

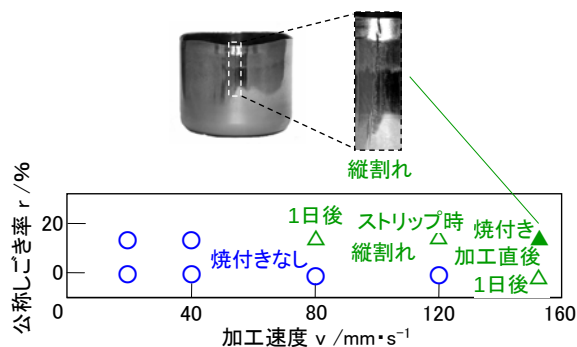
$v=8.3\text{mm/s}$ における絞りしごき加工の耐焼付き性に及ぼすダイス皮膜種の影響



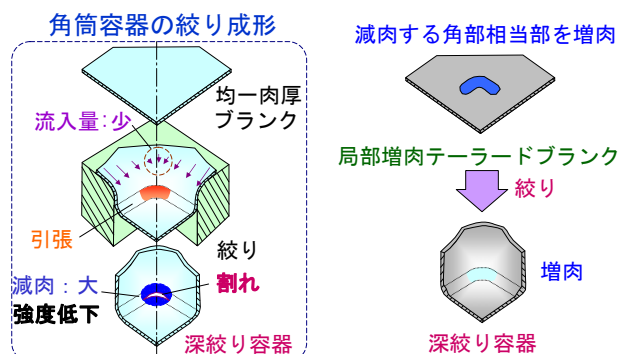
$v=8.3\text{mm/s}$, $r=15\%$ における絞りしごき加工後のダイスR部表面性状



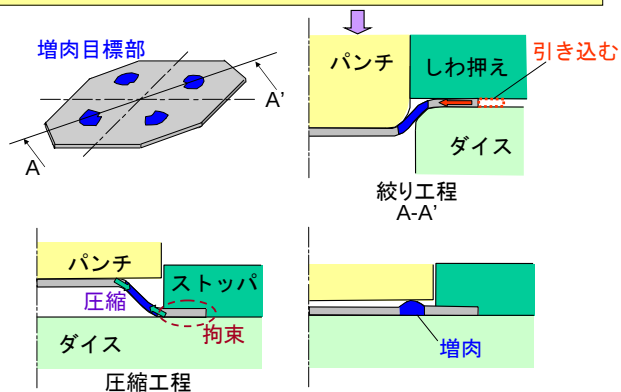
VC皮膜ダイスにおける耐焼付き性に及ぼす加工速度の影響



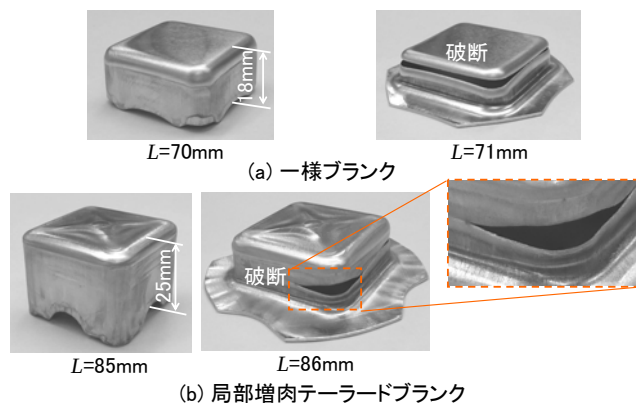
板鍛造による局部増肉テーラードブランクの成形



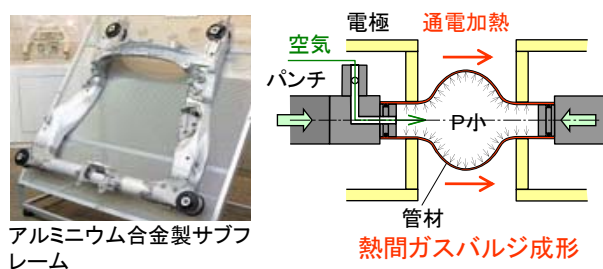
絞りを用いた テーラードblankの増肉成形法



角筒容器成形後の限界絞り高さ



アルミニウム合金管の熱間ガスフォーミング



アルミニウム合金管の熱間ガスフォーミング



ハイトンとアルミの利用



アルミ合金と高張力鋼板の接合

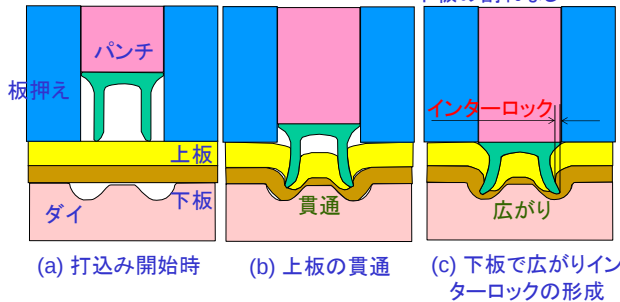


セルフピアシングリベットによる接合



接合要件

- ・上板の貫通
- ・下板で広がり
インターロックの形成
- ・下板の割れなし



アルミニウム合金板の接合

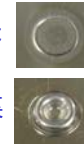


Audi_A2

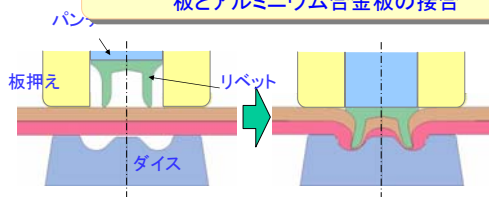
アルミニウム: 溶接性が低い

セルフピアシングリベット

表
裏



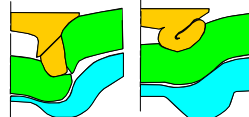
セルフピアッシングリベットによる超高張力鋼板とアルミニウム合金板の接合



<工法のメリット>

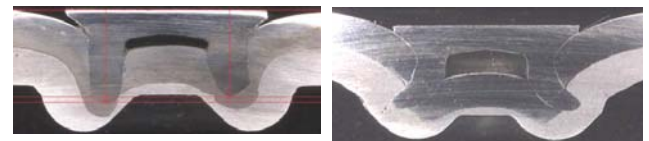
- ・板にSPRを打込み、機械的に結合
- ・穴あけ不要
- ・溶接の難しい材料の接合
- ・異種材料の接合

多種の不良が想定



リベット割れ リベット折れ

シミュレーションによって最適化されたダイ



改良前

改良後

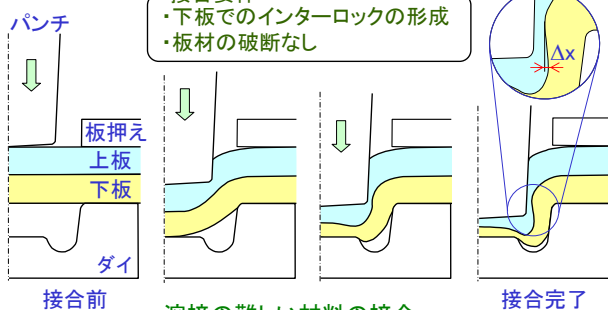
メカニカルクリンチングによる高張力鋼板とアルミニウム合金板の塑性接合



接合要件

- ・下板でのインターロックの形成
- ・板材の破断なし

インターロック



- ・溶接の難しい材料の接合
- ・異種材料の接合

上板鋼板におけるダイ形状の最適化 (SPFC590)



限界上板減少率 R 実験

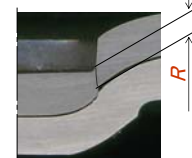
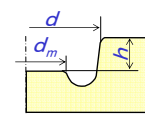
ダイ深さ h

ダイ直径 d

ダイ山直径 d_m

上板板厚
減少防止
計算

インター
ロック形成



(a) 改善前

(b) 改善後

$\Delta x = 0.09 \text{ mm}$

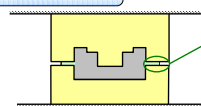
アルミニウム合金の熱間型鍛造における スライドモーション制御



カーエアコン用コンプレッサピストン

Al-高Si系合金
対磨耗性 高
冷間加工性 低
↓
熱間型鍛造による成形

バリ出し型鍛造



バリ



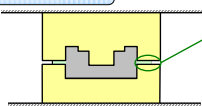
歩留り率の低下

材料充満, 加工荷重に及ぼすスライドモーションの影響を調査

アルミニウム合金の熱間型鍛造における スライドモーション制御



バリ出し型鍛造



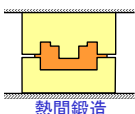
バリ



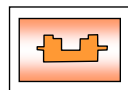
歩留り率の低下

材料充満, 加工荷重に及ぼすスライドモーションの影響を調査

熱処理



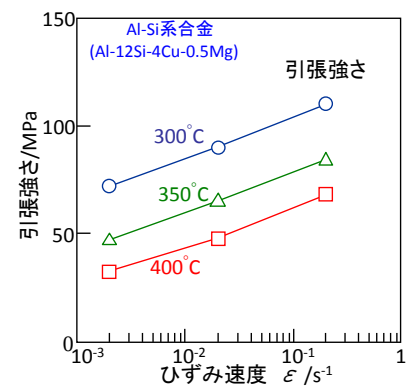
熱間鍛造



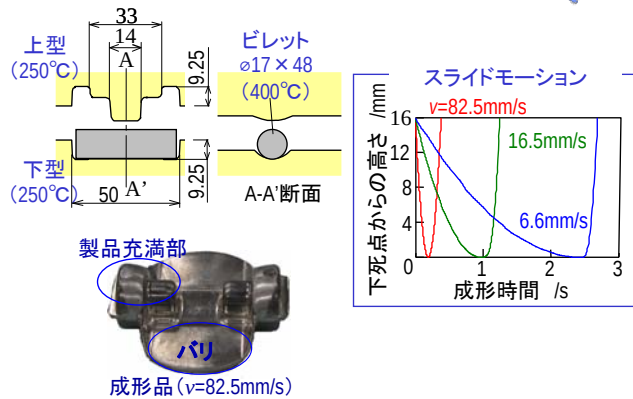
時効処理

スライドモーション制御による溶体化処理の省略

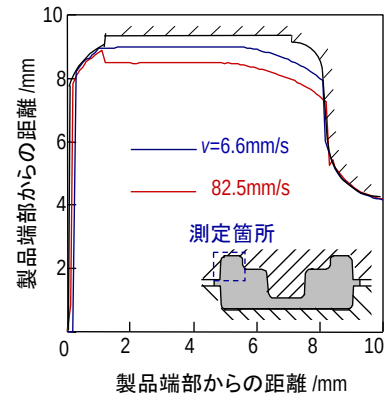
各加熱温度における引張強さと 平均ひずみ速度の関係



アルミニウム合金のバリ出し熱間型鍛造方法

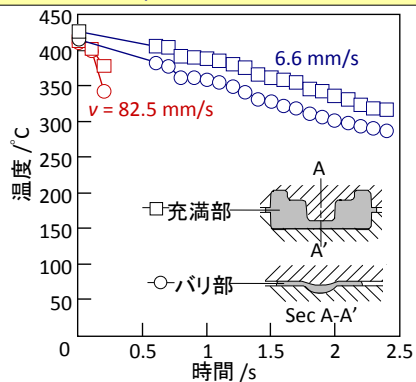


製品上部断面形状の比較

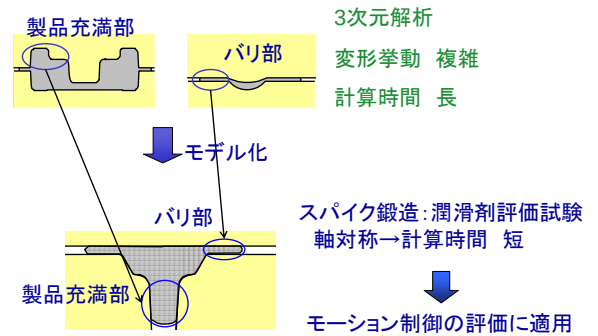


成形中のピレット内の温度変化

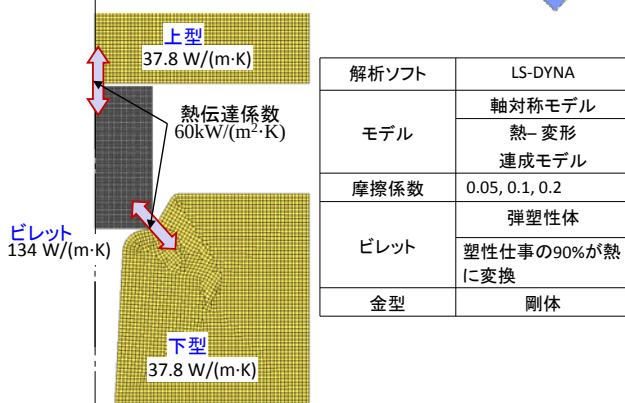
$v = 6.6$ and 82.5 mm/s



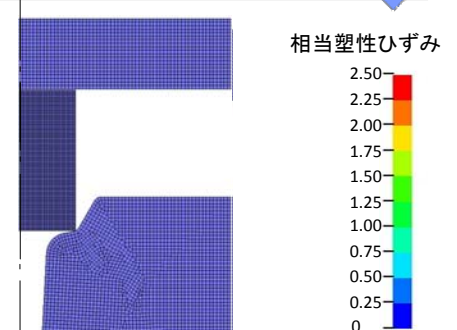
モーション制御を評価するスパイク鍛造



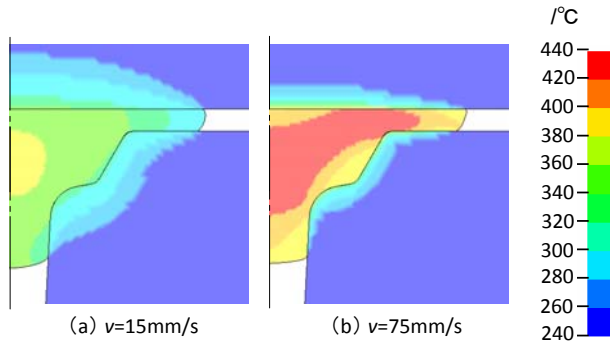
スパイク熱間鍛造の計算条件



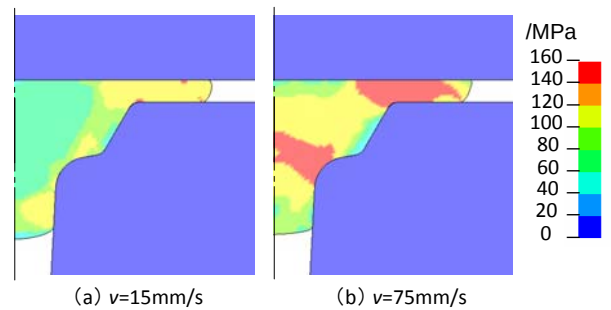
計算によるスパイク熱間鍛造の変形挙動



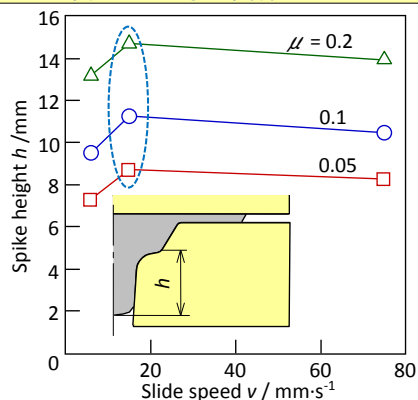
計算による $v=15\text{mm/s}$ と 75mm/s の
温度分布の比較($s=13.1\text{mm}$)



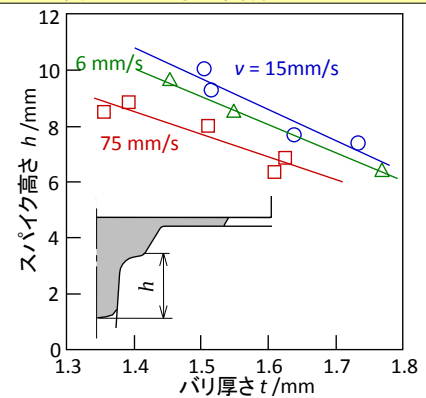
計算による $v=15\text{mm/s}$ と 75mm/s の
相当応力分布の比較($s=13.1\text{mm}$)



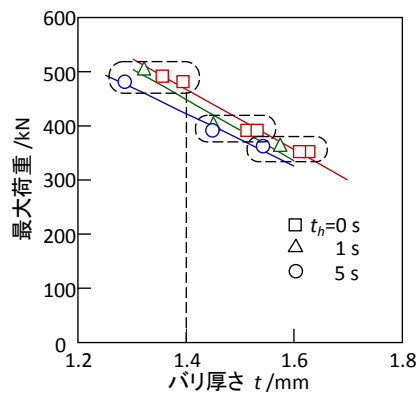
実験による各速度における
スパイク高さとバリ厚の関係



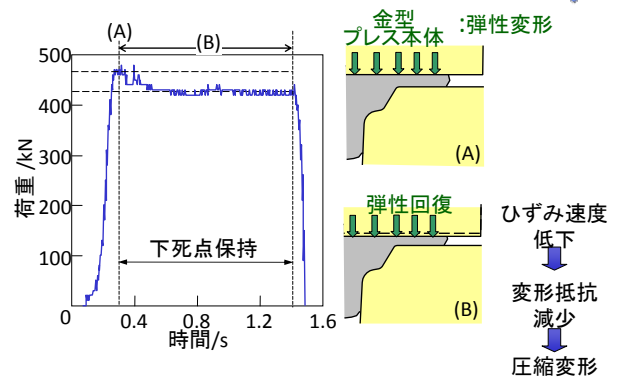
実験による各速度における
スパイク高さとバリ厚の関係

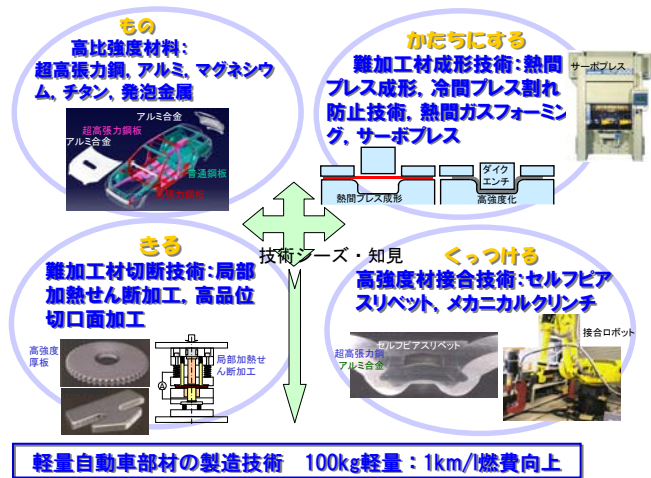


下死点保持時間が最大荷重に及ぼす影響



下死点保持による最大荷重の低減





デザイン力向上



シミュレーション



装置製作



成形実験

自動車部品のプレス成形工程

