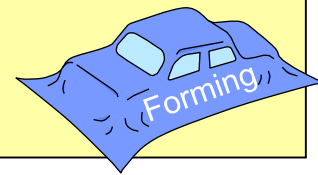
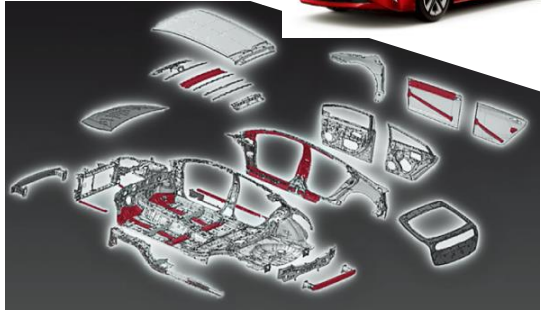


薄鋼板のホットスタンピングにおける 変形挙動および焼入れ特性



現状
ホットスタンピング

適用
3%→19%



超高強度部材
スプリングバックなし
板厚: 1.0 – 2.6 mm

研究目的

板厚0.6 mmの薄鋼板のホットスタンピング特性

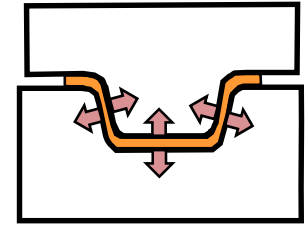
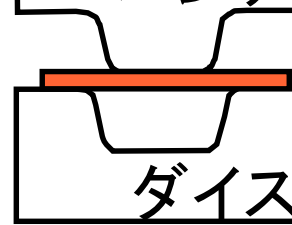
極限成形システム研究室 中川 佑貴

薄板のホットスタンピング

温度低下: 小

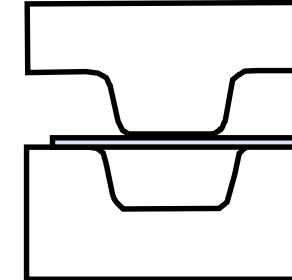
パンチ

下死点保持: 長

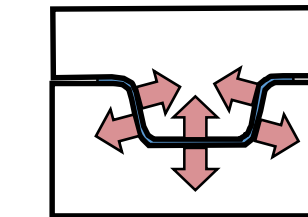


(a) 厚板

温度低下: 大



下死点保持: 短

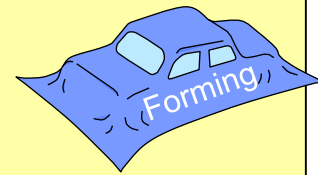


(b) 薄板

加熱

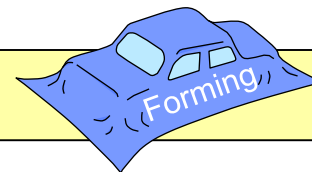
成形

ダイクエンチング

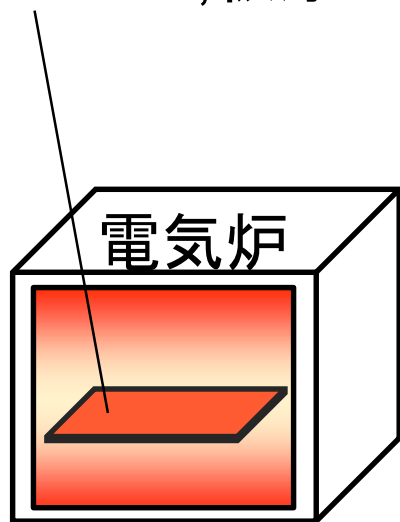


- ハット曲げホットスタンピング
実験方法
- ホットスタンピング特性に及ぼす
板厚の影響
- 搬送時間最適化による
板厚減少の抑制

ハット曲げホットスタンピング実験方法



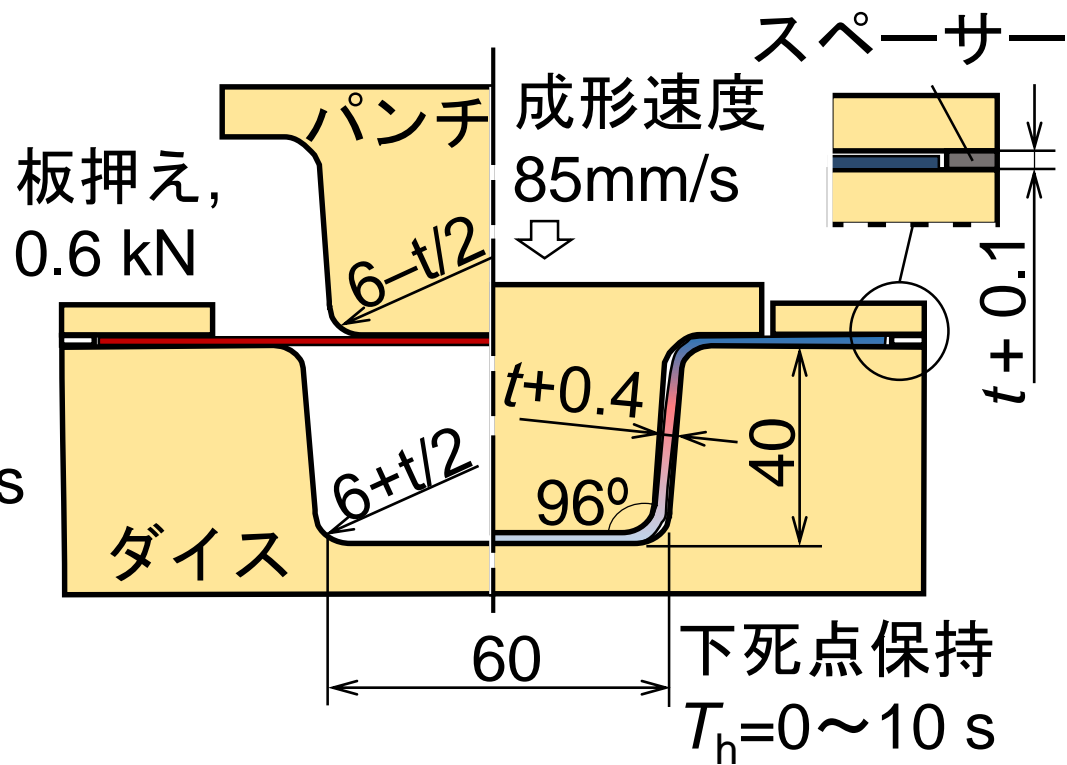
Al-Siめっきホットスタンピング用鋼板,
180×90,板厚 $t = 0.6, 1.0, 1.6$ mm



900 °C,
120 s保持

(a)加熱

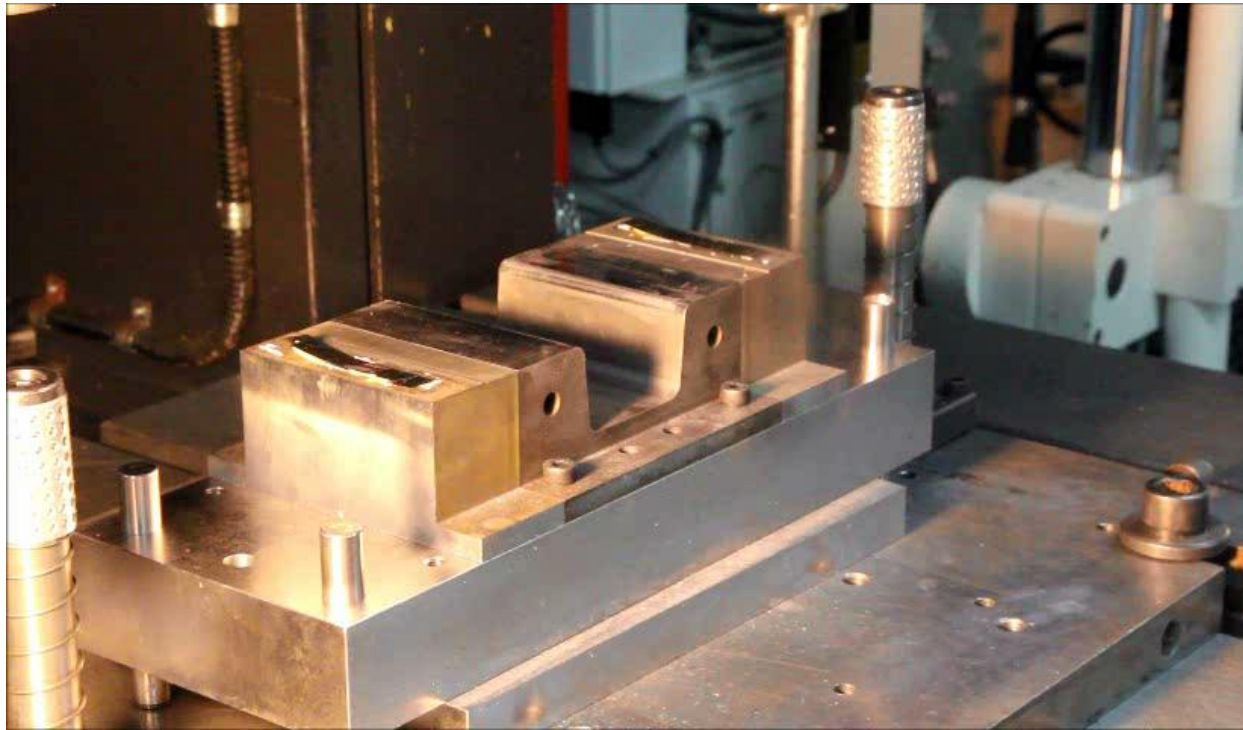
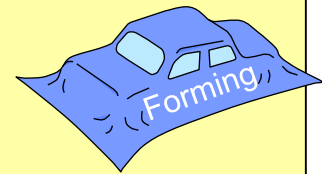
搬送,
 $T_t = 7 \sim 20$ s



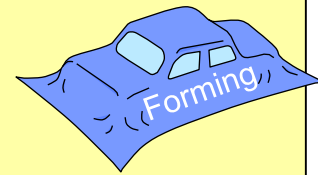
(b)成形開始

(c)下死点

$t=0.6\text{mm}$, $T_t=7\text{s}$, $T_h=5\text{s}$ における
ハット曲げホットスタンピング

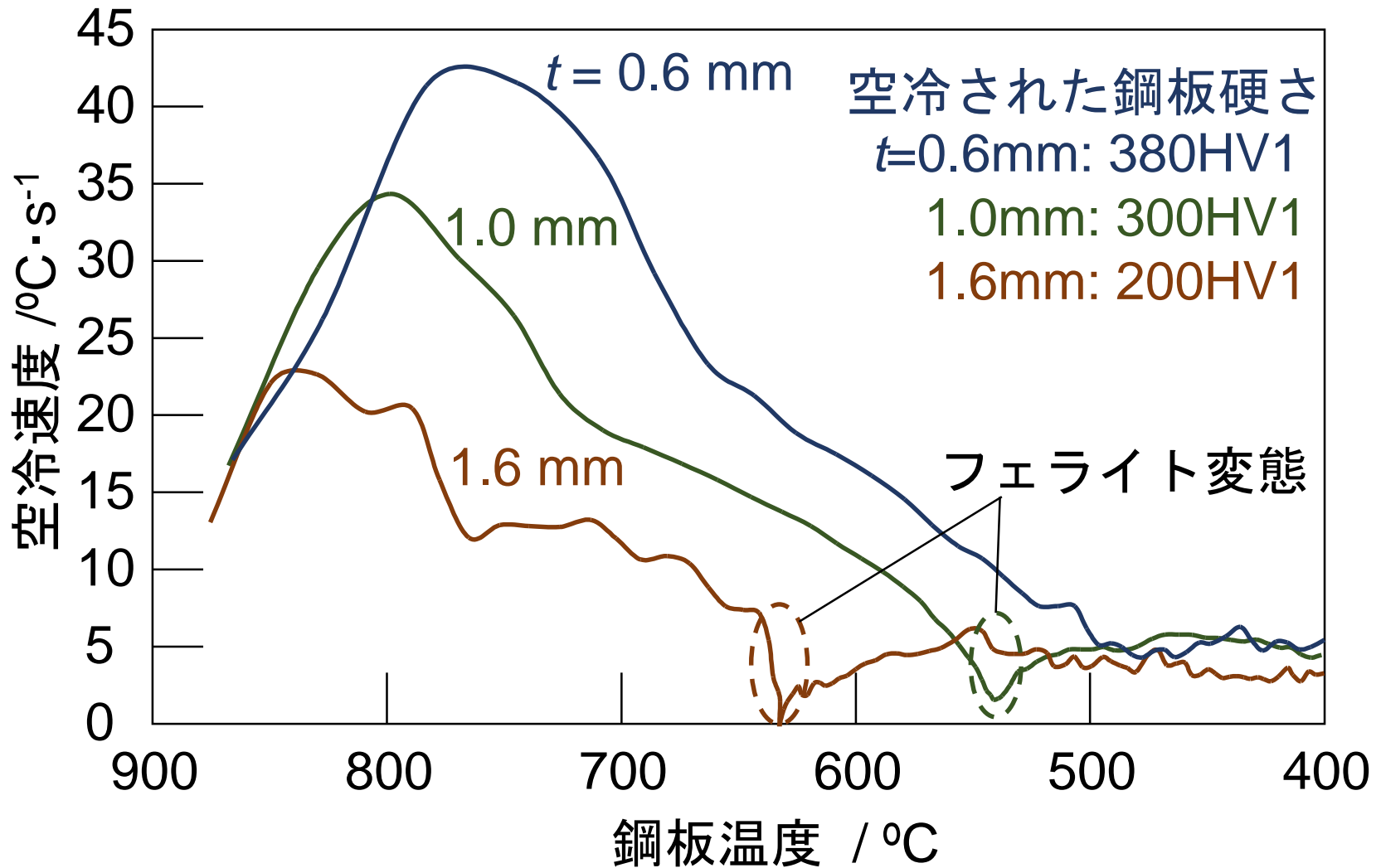
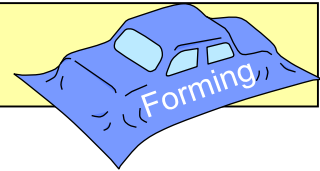


ハット曲げ成形品
($t=0.6\text{mm}$)

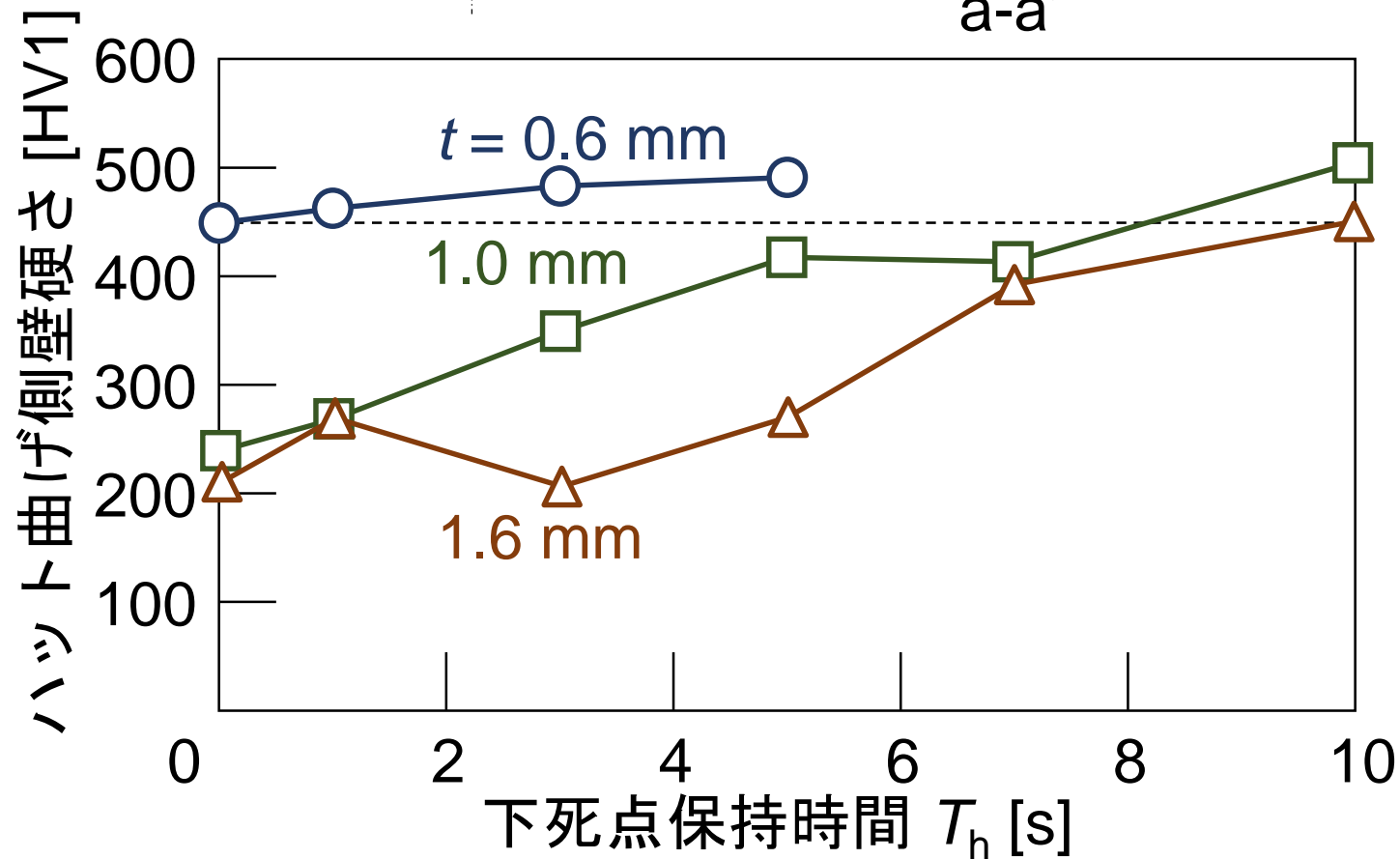
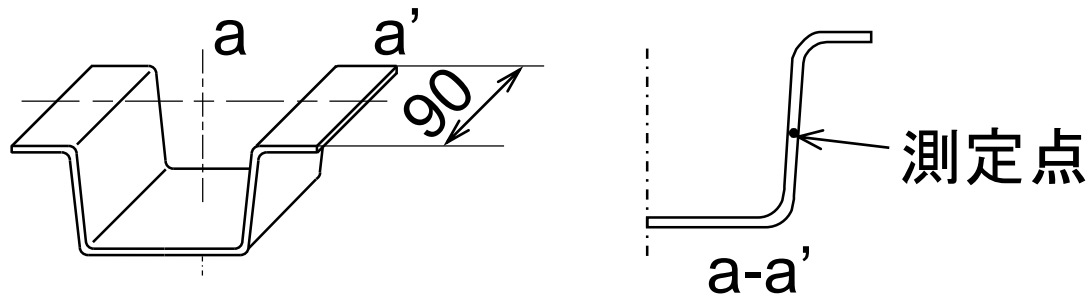
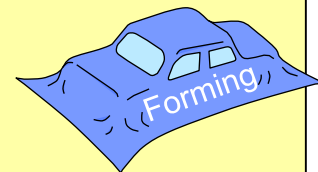


- ハット曲げホットスタンピング
実験方法
- ホットスタンピング特性に及ぼす
板厚の影響
- 搬送時間最適化による
板厚減少の抑制

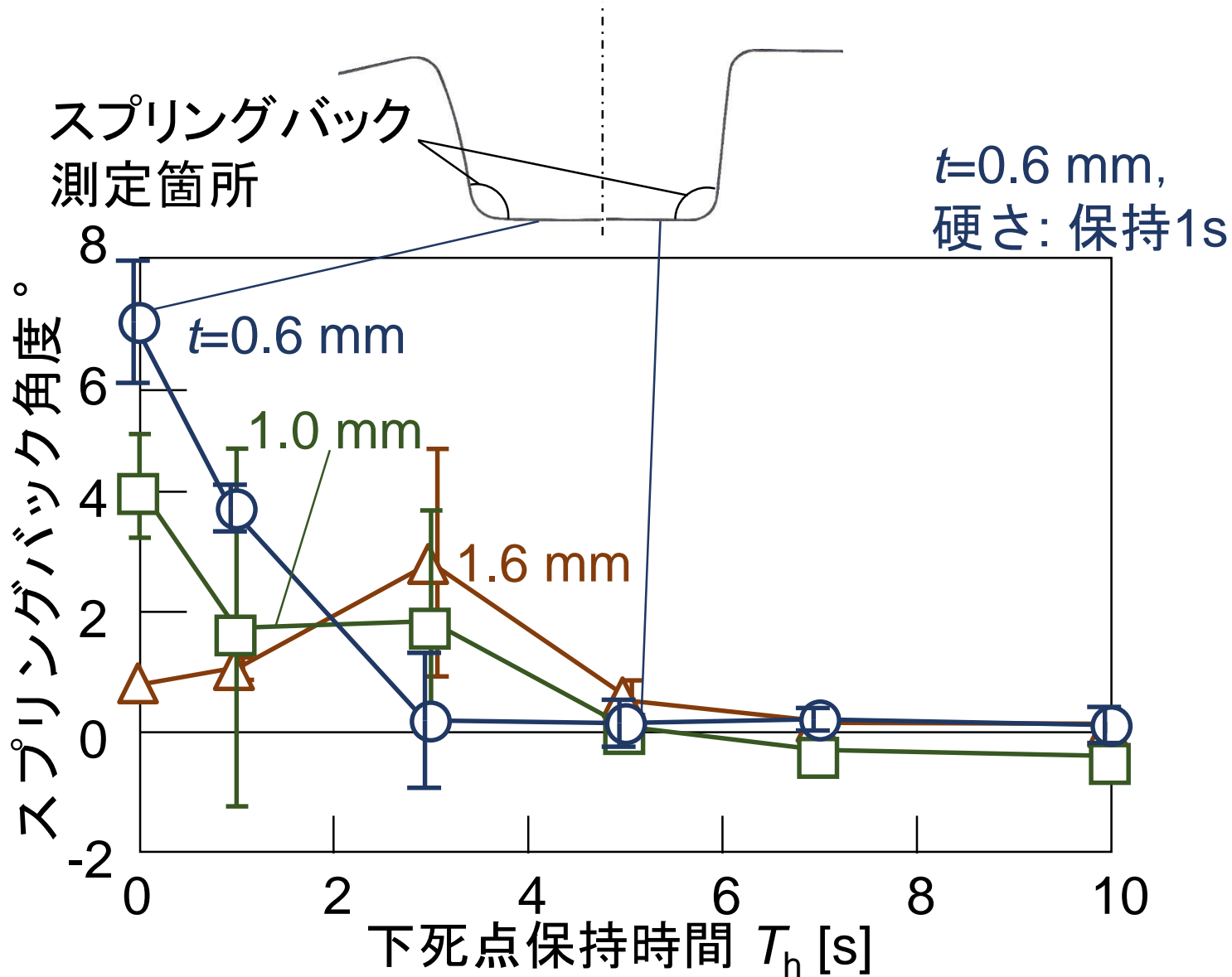
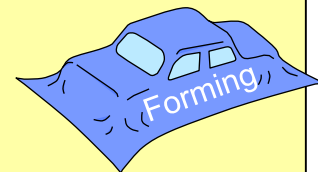
搬送中の鋼板冷却速度



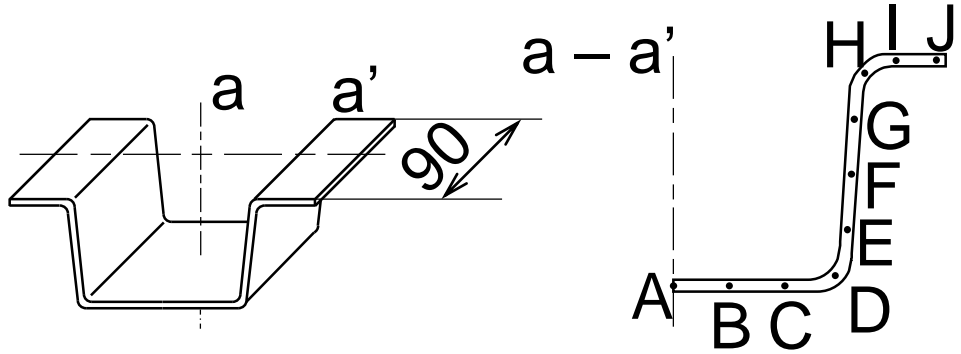
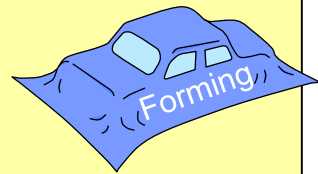
$T_t=7s$ におけるハット曲げ成形品 側壁硬さと下死点保持時間の関係



$T_t=7s$ におけるスプリングバック角度と下死点保持時間の関係

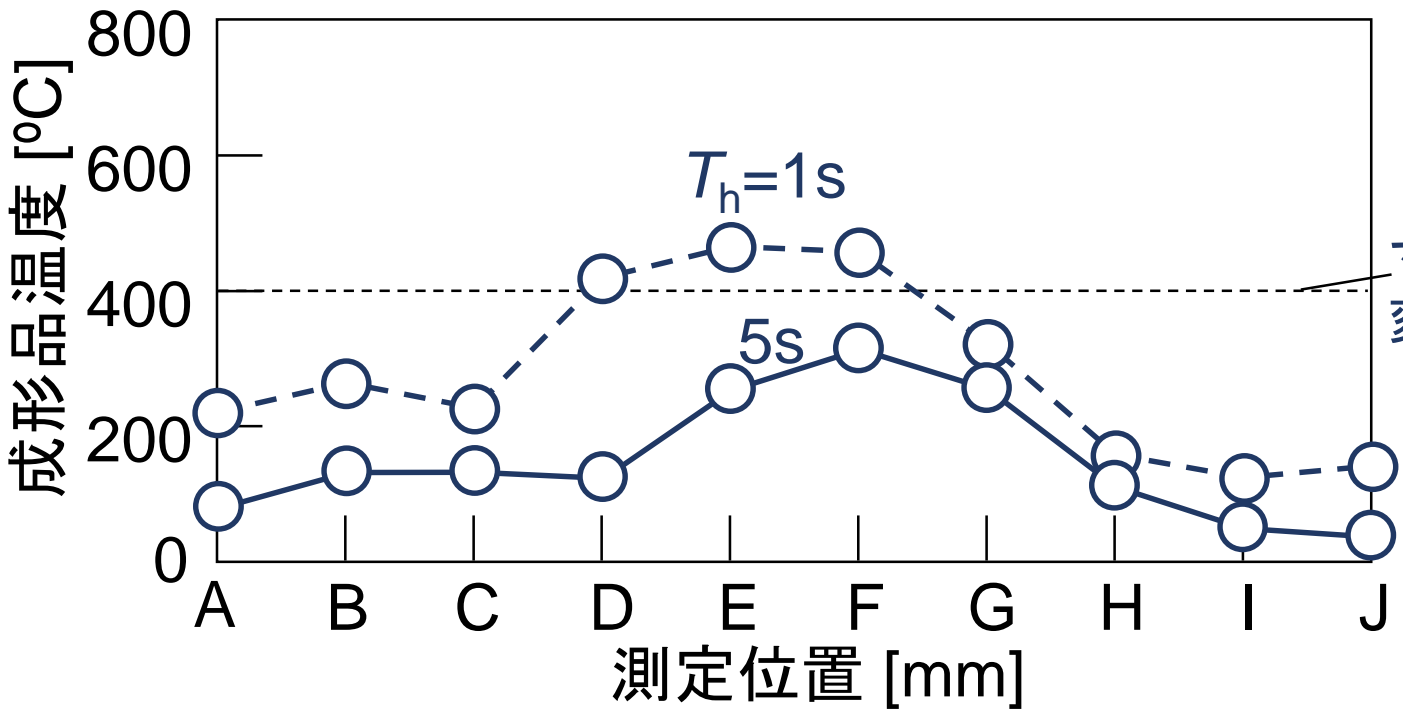


$t=0.6\text{mm}$, $T_t=7\text{s}$ における下死点保持終了直後の成形品温度分布



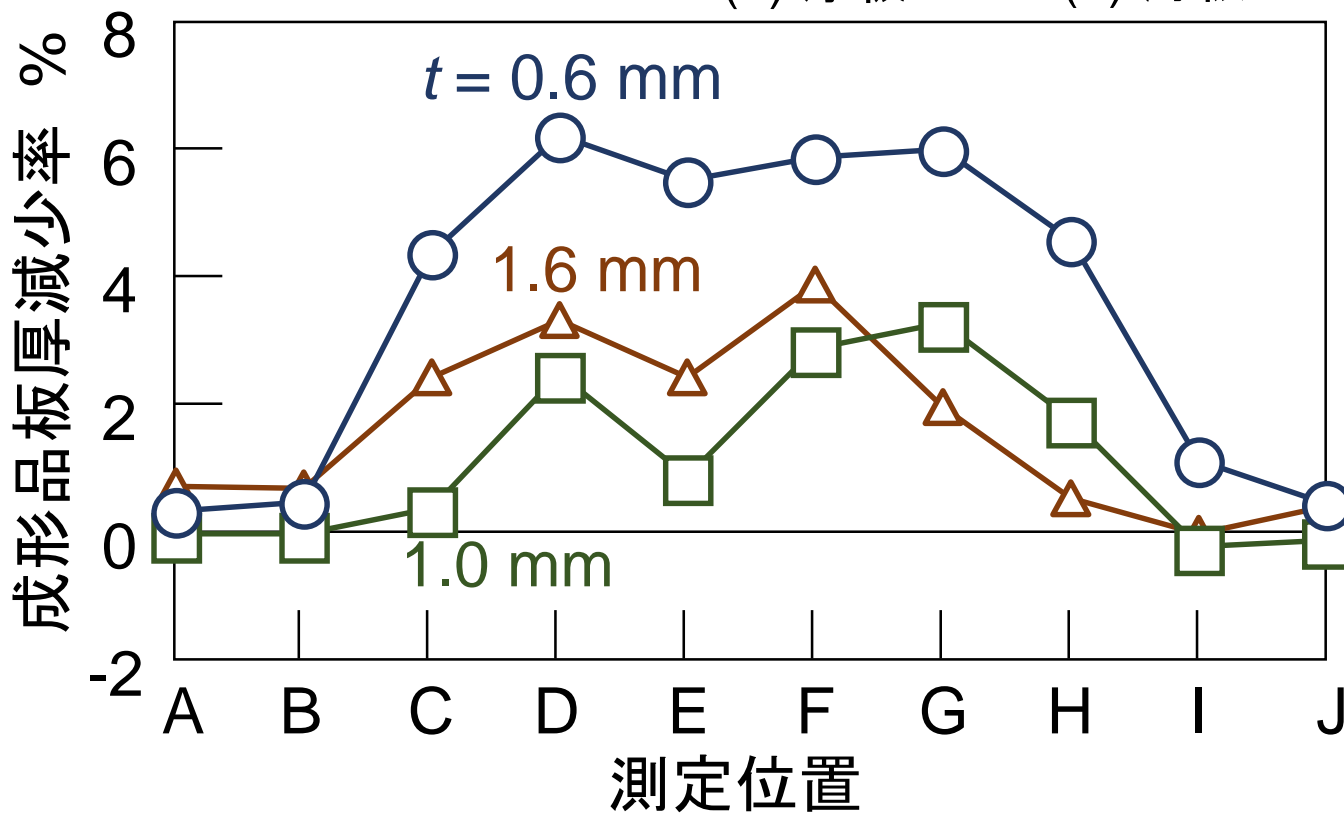
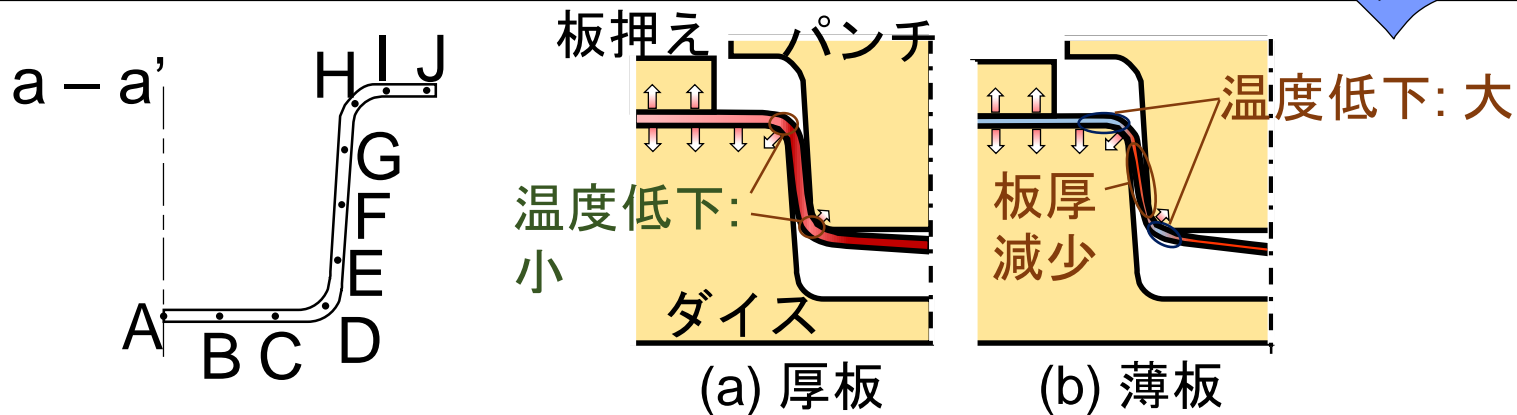
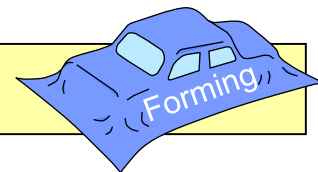
サーモグラフィ
で測定

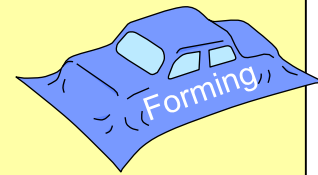
下死点保持終了直後



マルテンサイト
変態開始

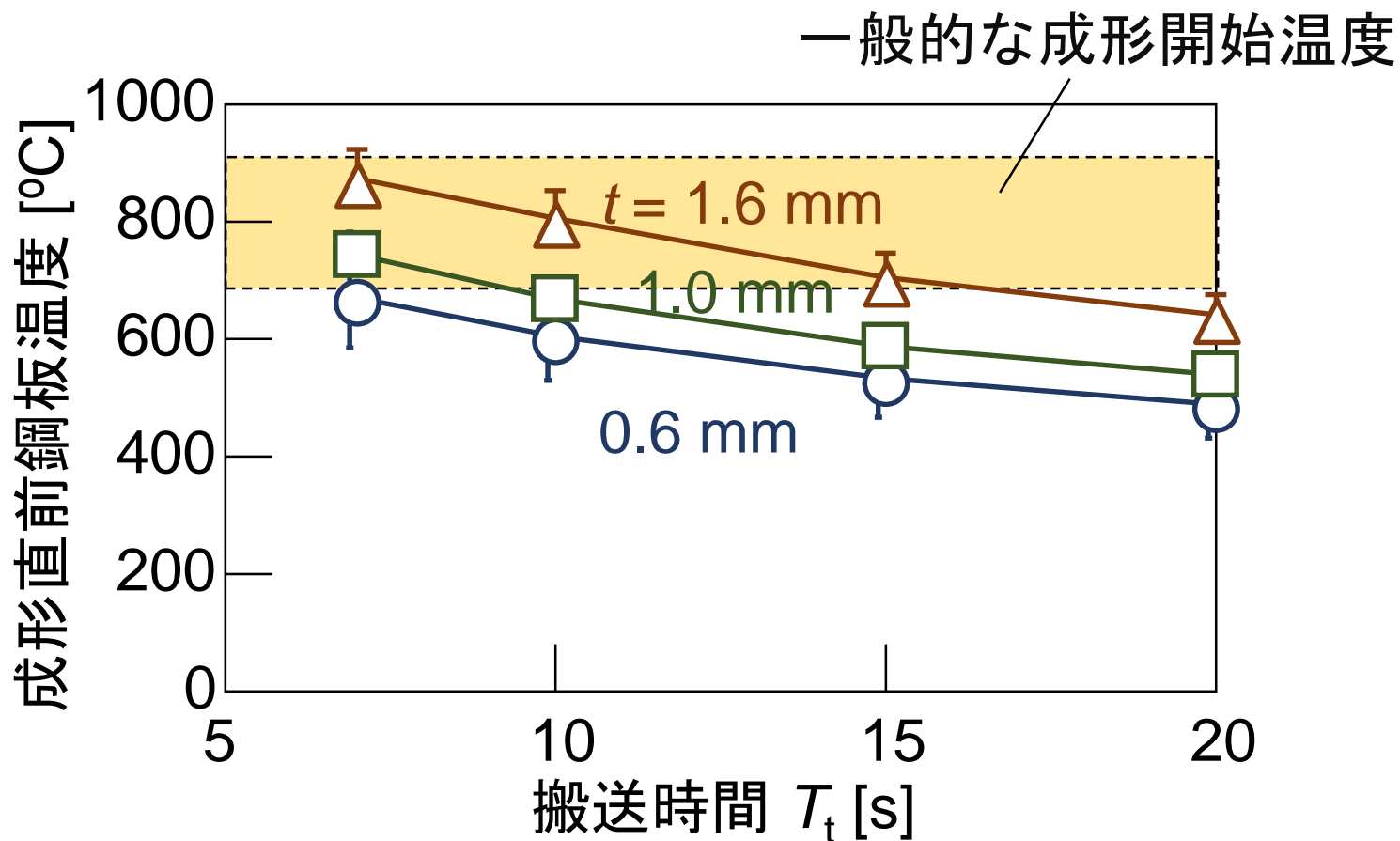
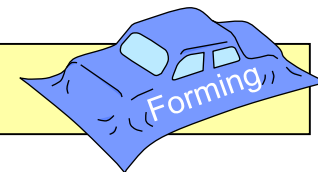
$T_t=7s, T_h=5s$ における成形品板厚減少率



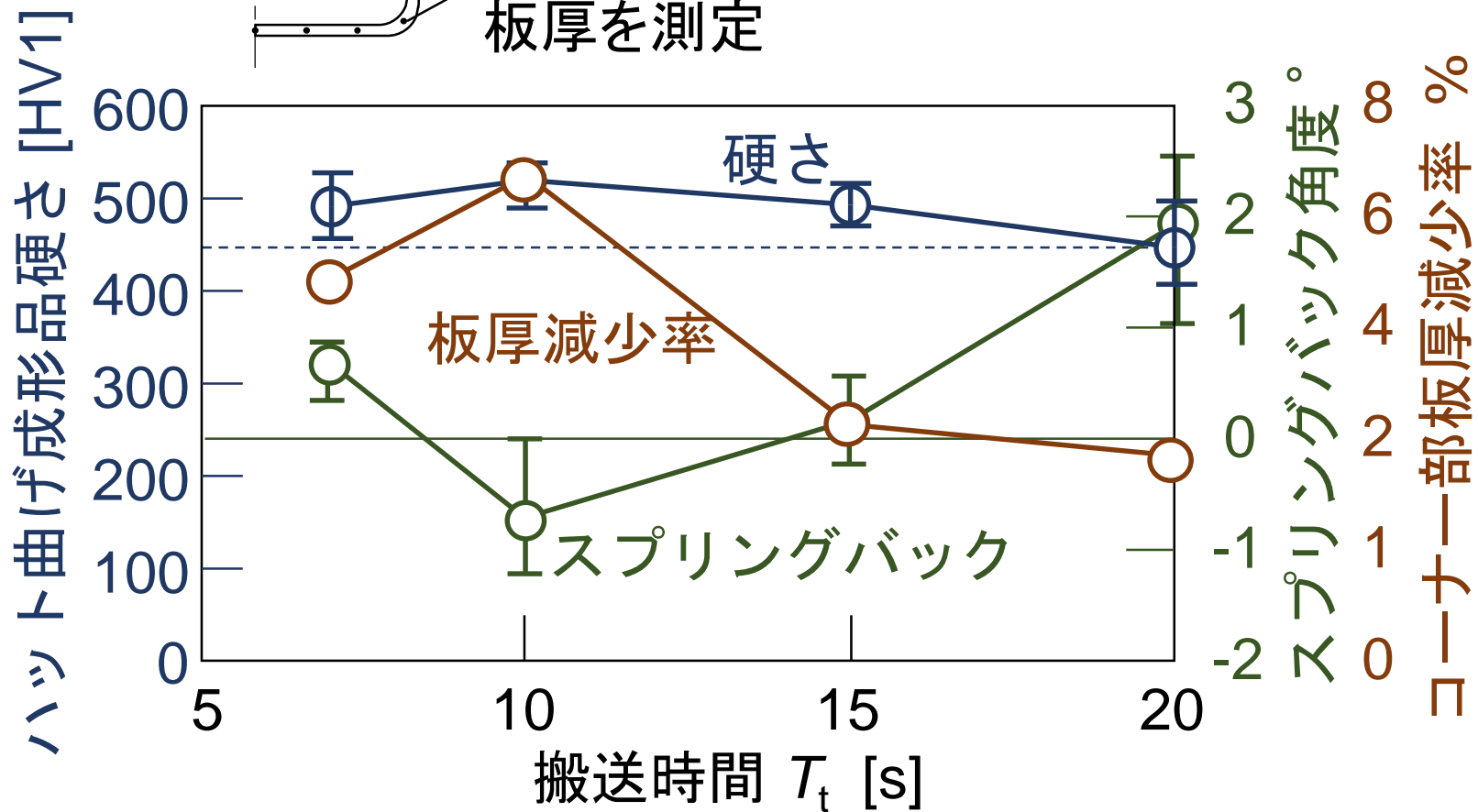
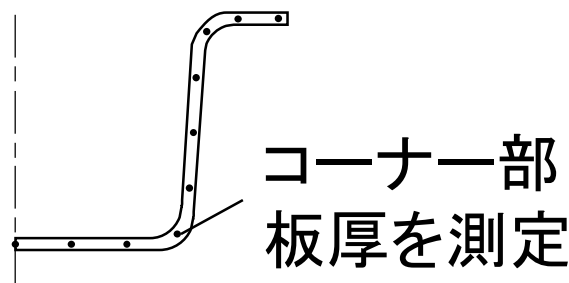
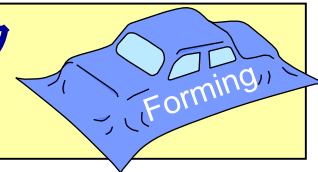


- ハット曲げホットスタンピング
実験方法
- ホットスタンピング特性に及ぼす
板厚の影響
- 搬送時間最適化による
板厚減少の抑制

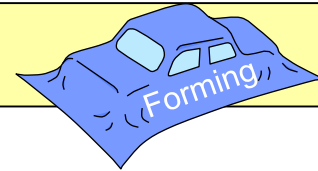
成形直前の鋼板温度と搬送時間の関係



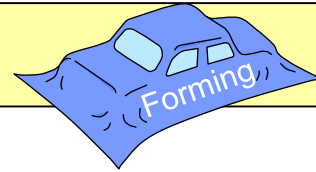
$t=0.6\text{mm}$, $T_h=5\text{s}$ における成形品硬さ, スプリングバック角度および板厚減少率と搬送時間の関係



まとめ

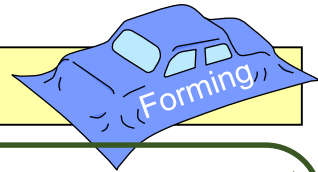


- 薄鋼板は下死点保持1 sで硬さが得られるが、スプリングバックを防ぐには5s必要であった。
- 板厚が薄くなると温度差が大きくなるため、局部減肉が大きくなった。
- 約600°Cで成形することで、成形中の温度分布が均一に近づき、局部減肉が緩和された。

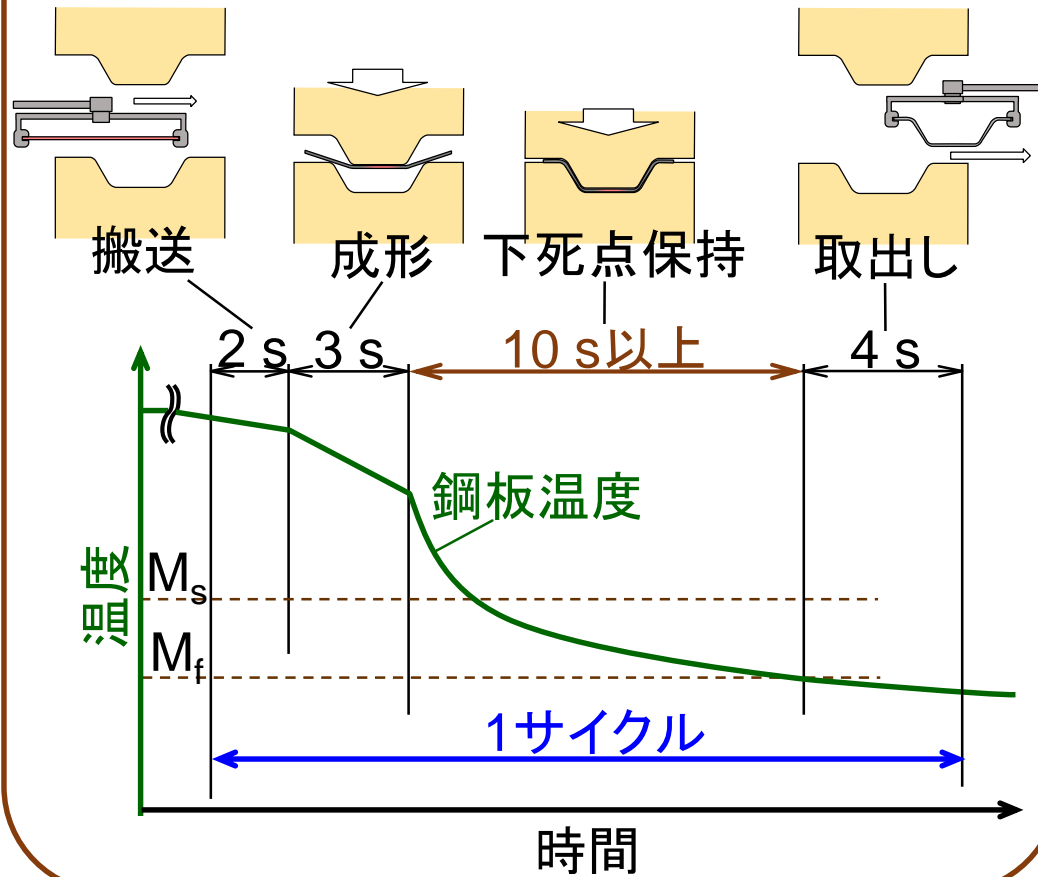


- 厚板の直接水冷ホットスタンピング
- ホットスタンピングにおける遅れ破壊に及ぼすトリミング温度の影響
- 通電加熱における酸化スケール量が焼付きに及ぼす影響
- ホットスタンピングの有限要素シミュレーション

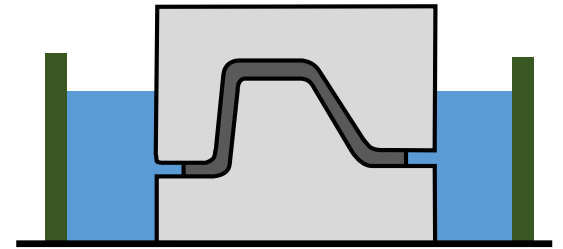
厚板の直接水冷ホットスタンピング



現状ホットスタンピング
→生産性:小



直接水冷ホットスタンピング
→生産性:大



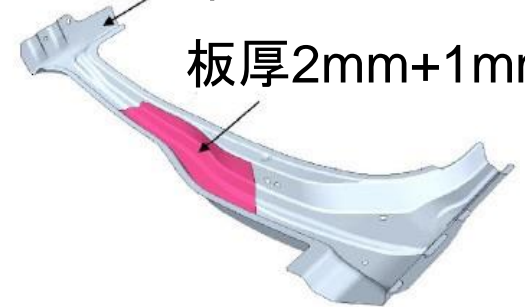
下死点保持 : 短
(板厚1.6mm, 保持時間5s)



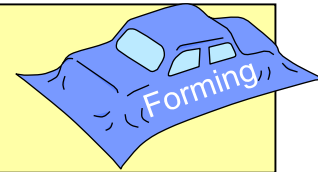
厚板部品への適用

板厚2mm

板厚2mm+1mm



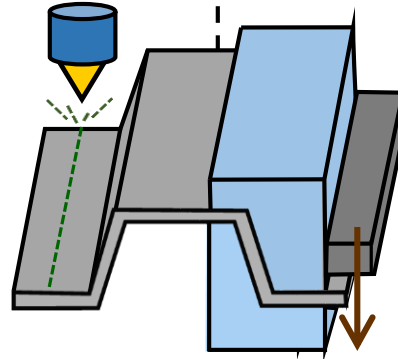
ホットスタンピングにおける遅れ破壊に 及ぼすトリミング温度の影響



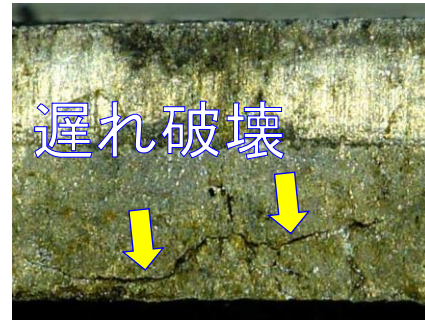
ホットスタンピング部材のトリミング

レーザ切断

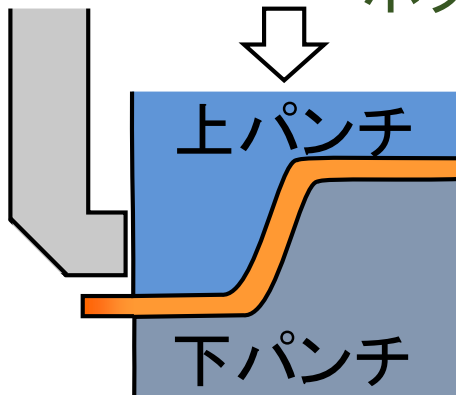
- ・高コスト
- ・生産性:低



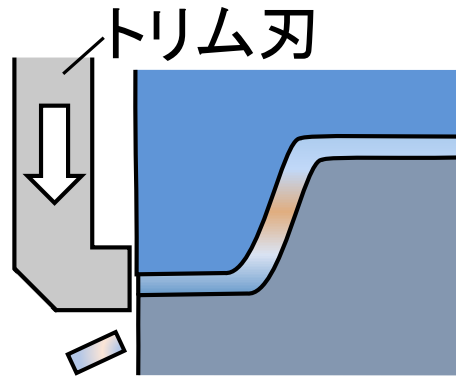
冷間トリミング



ホットトリミング



(a) 成形

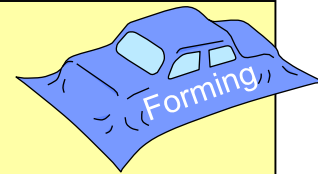


(b) トリミング

成形直後のトリミング
→残留応力: 小
→遅れ破壊防止

遅れ破壊に及ぼす
トリミング温度の影響

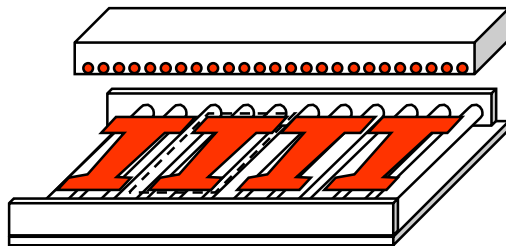
通電加熱における酸化スケール量が 焼付きに及ぼす影響



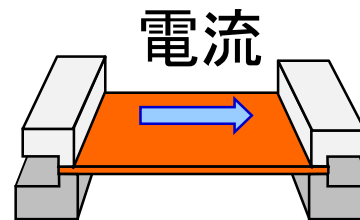
鋼板の加熱方法

生産性: 低, 大型

生産性: 高, 省スペース



(a) 炉加熱



(b) 通電加熱

スケール: 多

スケール: 少
摩擦係数: 大



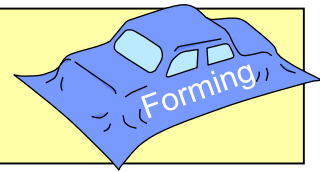
(a) 炉加熱



(b) 通電加熱

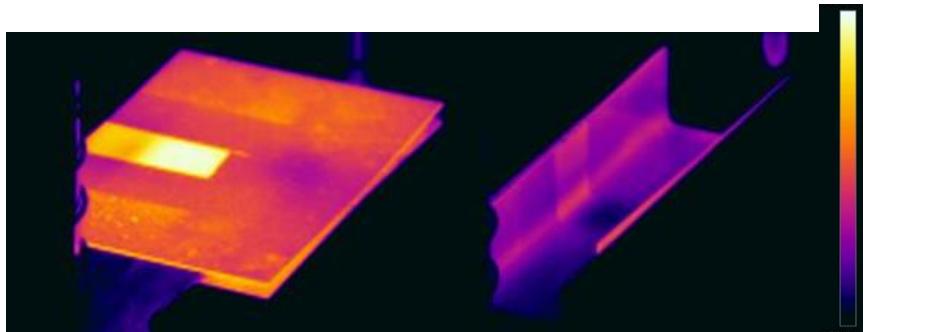
酸化スケール量が
焼付きに及ぼす影響
およびその抑制

ホットスタンピングの 有限要素シミュレーション



鋼板温度
変形挙動,
焼入れ特性への影響: 大

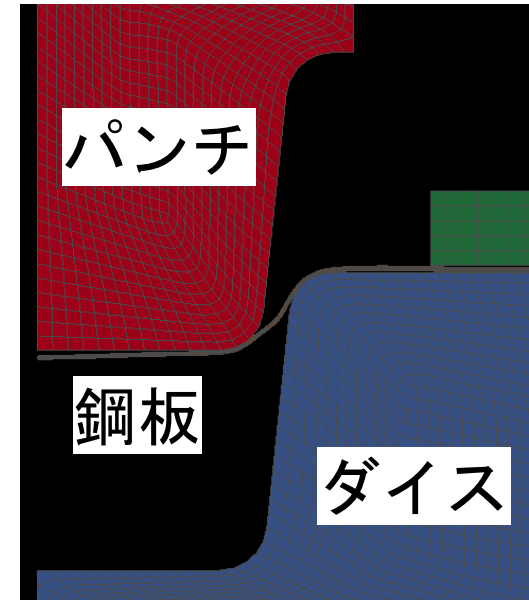
成形前, 成形後鋼板温度
→測定可能



成形前 成形後 100°C
サーモグラフィで測定

成形中 → 測定難

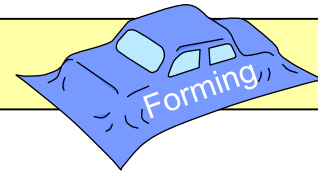
有限要素シミュレーション



板厚の影響を調査

焼入れ不十分
形状不均一 の原因特定

研究業績



(1) 国際会議論文

- [1] Ken-ichiro Mori, Tomoyoshi Maeno, Yuki Nakagawa, Dieless forming of carbon fibre reinforced plastic parts using 3D printer, Procedia engineering, 81, 1595-1600, 2014
- [2] Y. Nakagawa, T. Maeno, K. Mori, Forming and quenching behaviours in hot stamping of thin quenchable sheets, Proceedings of 4th International Conference on New Forming technology, (2015), 05002-p.1-7.

(2) 国内学会・シンポジウム等における発表

- [1] 森 謙一郎, 前野 智美, 中川 佑貴, 3Dプリンターを用いた炭素繊維強化プラスチック部品のダイレスフォーミング, 平成26年度塑性加工春季講演会, 430, 研究交流センターつくば国際会議場, 6, 2014
- [2] 中川 佑貴, 森 謙一郎, 前野 智美, 3Dプリンターを用いたCFRP部品のダイレスフォーミング, 第65回塑性加工連合講演会, 239, 岡山大学, 10, 2014
- [3] 中川 佑貴, 薄板のホットスタンピング, ホットスタンピング研究部会, 豊橋技術科学大学, 2, 2015
- [4] 中川 佑貴, 前野 智美, 森 謙一郎, 薄板のホットスタンピングにおける変形および焼入れ挙動, 平成27年度塑性加工春季講演会, 622, 慶応大学矢上キャンパス, 5, 2015

(3) 他論文1報, 国際会議1件投稿中