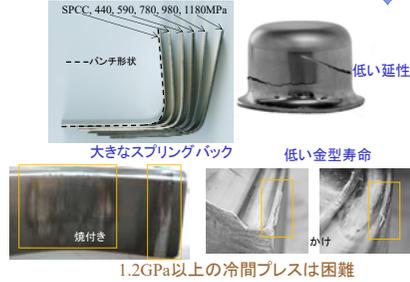


超高強度鋼部材のホットスタンピング

豊橋技術科学大学 森謙一郎

1. ホットスタンピング
2. 目的
3. 材料, 酸化防止
4. プレス成形
5. ダイクエンチング
6. スマートホットスタンピング

高張力鋼板の冷間成形における問題点



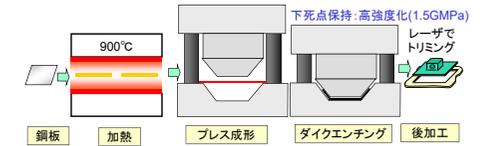
超高強度鋼部材のホットスタンピング

成形中は柔らかく、成形品は超高強度



ミヤズマレーシア

ホットスタンピング工程

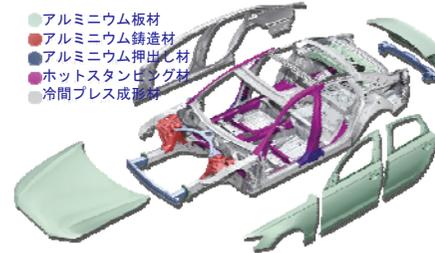


フォルクスワーゲン



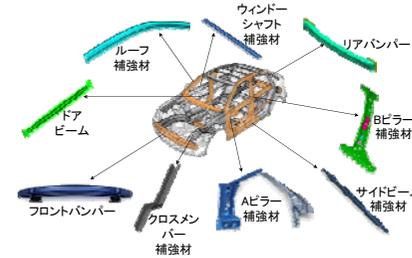
パサート: 骨格部材の17% (2006年) ゴルフ: 骨格部材の28% (2012年, 23kgの軽量化)

Audi A7 Sportback

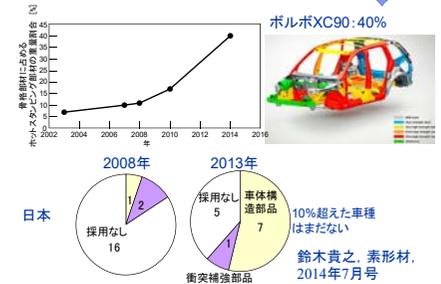


- アルミニウム板材
- アルミニウム鋳造材
- アルミニウム押し出し材
- ホットスタンピング材
- 冷間プレス成形材

ドイツ ベントラー社におけるホットスタンピング成形品



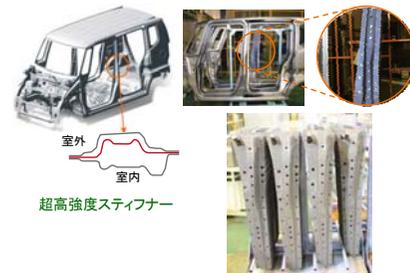
ホットスタンピングの適用割合



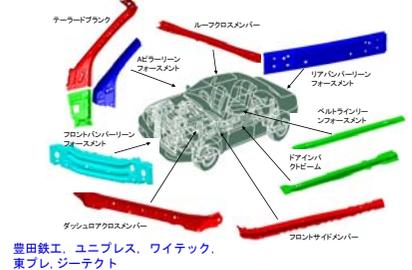
トヨタ新型プリウスにおけるホットスタンピングの適用



ホンダN BOXのセンターピラー

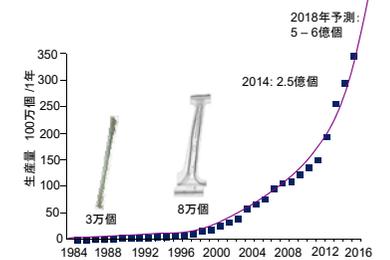


アイシン高丘におけるホットスタンピング成形品



豊田鉄工, ユニプレス, ワイテック, 東プレ, ジーテクト

ホットスタンピング成形品の生産量

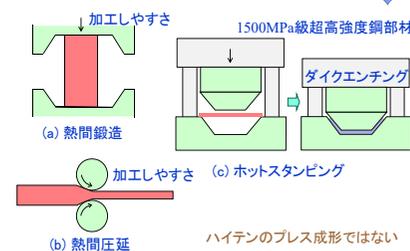


超高強度鋼自動車部材のホットスタンピング

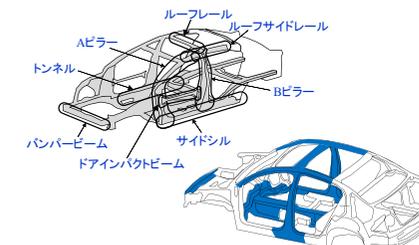
豊橋技術科学大学 森謙一郎

1. ホットスタンピング
2. 目的
3. 材料, 酸化防止
4. プレス成形
5. ダイクエンチング
6. スマートホットスタンピング

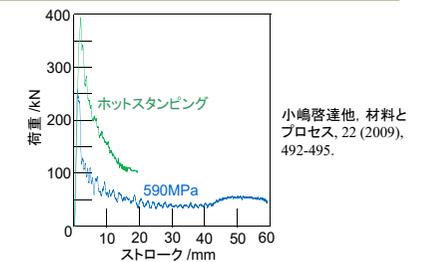
ホットスタンピングの目的



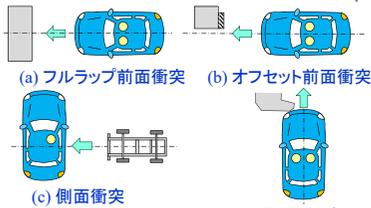
ホットスタンピングによって製造される車体部材



ホットスタンピング部材の軸圧壊試験における荷重-ストローク曲線



自動車の衝突安全性の向上



板厚減少: 剛性低下
現状の重量で衝突安全性向上

スモール・オーバーラップ衝突

スズキ キザン ホンダ アコード2013



Aピラーにホットスタンプング材採用



オフセット衝突 スモール・オーバーラップ衝突

レクサスのスモール・オーバーラップ衝突



2012: poor 2014: good 2016: good

ホットスタンプングで製造された黒色をしたセンターピラーの補強材



ユニプレス㈱ ベントラー

ホットスタンプングの名称

熱間プレス成形 } 成形
ホットフォーミング }
ホットスタンプ
プレスハードニング→ダイクエンチング
ホットプレス → 粉末の熱間成形

ホットスタンプング:
鋼板を加熱, 成形, ダイクエンチング
Hot stamping

超高強度鋼自動車部材のホットスタンプング

豊橋技術科学大学 森謙一郎

1. ホットスタンプング
2. 目的
3. 材料, 酸化防止
4. プレス成形
5. ダイクエンチング
6. スマートホットスタンプング

ホットスタンプングに使用する鋼板

焼入れ鋼板であり, ハイテンではない

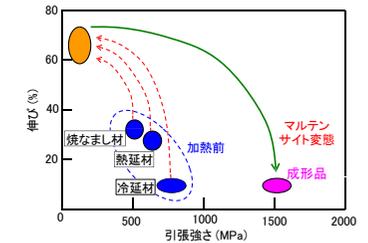
マンガンボロン鋼 22MnB5

C	Si	Mn	P	B
0.21	0.25	1.2	0.015	0.0014

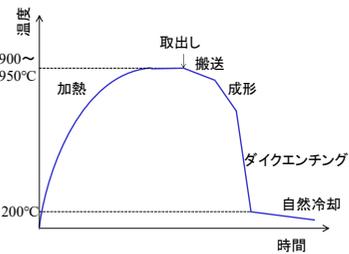
○ 硬さ: 254 HV
900 °C, 急冷: マルテンサイト変態, 500HV
900 °C, 空冷: 焼なまし, 165HV

○ 焼もどしなし

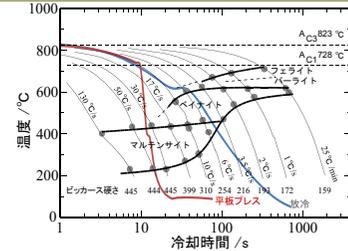
ホットスタンプングに使用される鋼板の処理



ホットスタンプングにおける鋼板の温度履歴



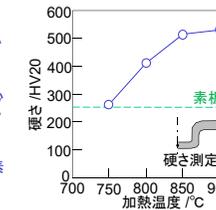
ホットスタンプング用鋼板の連続冷却変態曲線



小嶋啓達, 素形材, 2014年7月号

高強度化に要求される条件

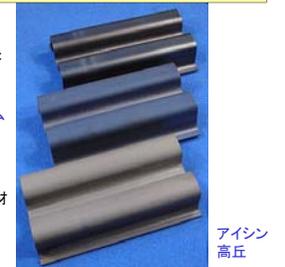
相変態
フェライト: 低温, 体心立方格子, 炭素をほとんど溶かさない
↓
オーステナイト: 高温, 面心立方格子, 炭素を多く溶かす
↓
マルテンサイト: 急冷, 炭素が無理矢理溶けて硬化



加熱温度: 900~950°C, 冷却速度: 20~30°C/s以上,
冷却温度: 200°C以下, 速やかに搬送

非めっき材, アルミニウムめっき材, 亜鉛めっき材のホットスタンプングによって得られた成形品

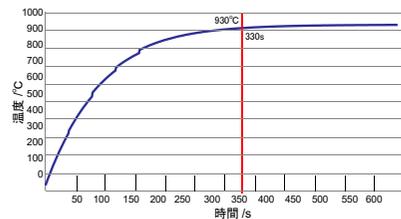
- (a) 非めっき材: ショットブラス
- (b) アルミニウム (Al-Si)めっき材
- (c) 亜鉛めっき材



アイシン 高丘

加熱温度930°Cにおけるアルミニウムめっき鋼板の加熱履歴の1例

低速加熱で金属間化合物を形成して酸化を防止



提供: AP&T㈱

非めっき材, アルミニウムめっき材, 亜鉛めっき材のホットスタンプングにおける比較

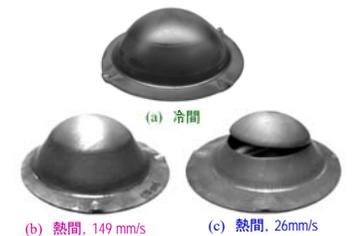
	非めっき鋼板	アルミニウムめっき	亜鉛めっき
加熱時間	短	長	中
金型摩耗	大	小	中
金型凝着	小	大	中
スケール除去	必要	不要	不要

超高強度鋼自動車部材のホットスタンプング

豊橋技術科学大学 森謙一郎

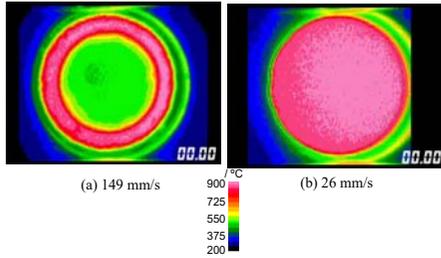
1. ホットスタンプング
2. 目的
3. 材料, 酸化防止
4. プレス成形
5. ダイクエンチング
6. スマートホットスタンプング

成形速度を変化させたホットスタンプング成形品の比較

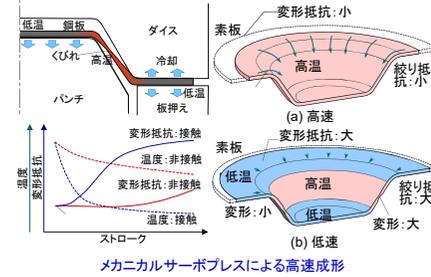


(b) 熱間, 149 mm/s (c) 熱間, 26mm/s

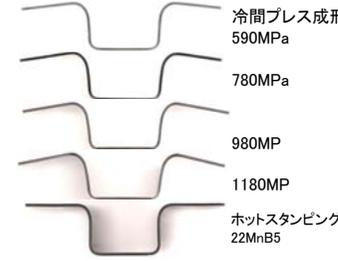
熱間成形における高速と低速のサーモグラフィで測定された温度分布の比較



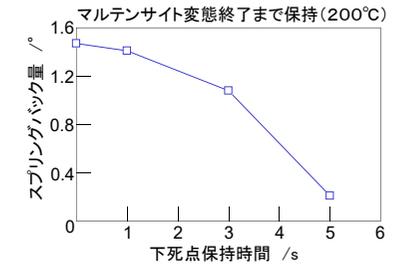
ホットスタンピングにおける変形挙動に及ぼす成形速度の影響



板厚1.2mmにおけるフォーム成形のスプリングバック



ハット曲げ加工におけるスプリングバックと下死点保持時間の関係

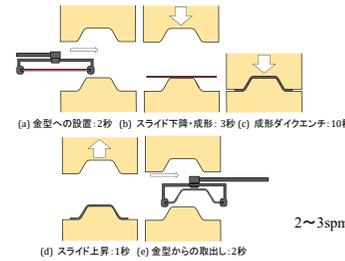


超高強度鋼自動車部材のホットスタンピング

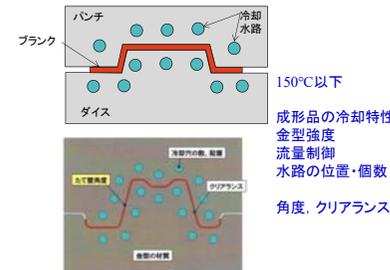
豊橋技術科学大学 森謙一郎

1. ホットスタンピング
2. 目的
3. 材料, 酸化防止
4. プレス成形
5. ダイクエンチング
6. スマートホットスタンピング

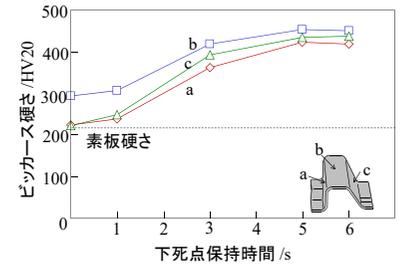
1ショットにおける時間



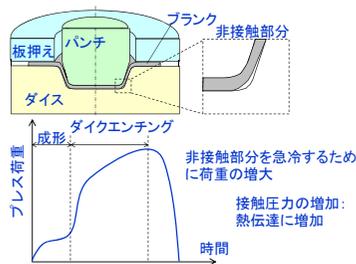
冷却水路を有するホットスタンピング用金型



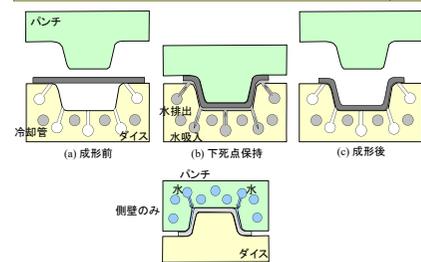
下死点保持時間を変化させてハット曲げ加工を行った成形品の硬さ



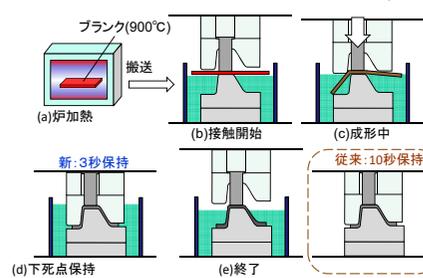
下死点保持における成形品と金型の接触状況とプレス成形



直接水冷による下死点保持時間の短縮



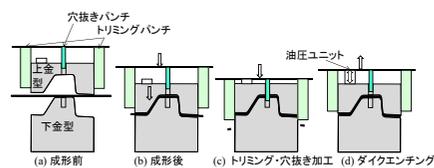
直接水冷を用いたホットスタンピング



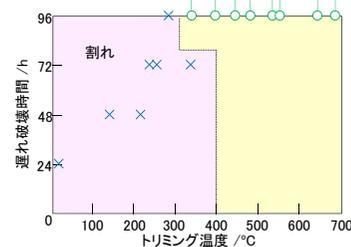
直接水冷を用いたホットスタンピング



ホットスタンピング中のトリミングおよび穴抜き加工



遅れ破壊時間とトリミング温度の関係

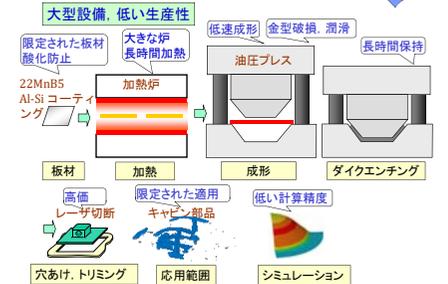


超高強度鋼自動車部材のホットスタンピング

豊橋技術科学大学 森謙一郎

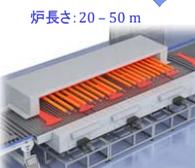
1. ホットスタンピング
2. 目的
3. 材料, 酸化防止
4. プレス成形
5. ダイクエンチング
6. スマートホットスタンピング

現状のホットスタンピングの問題点



ローラー移送式連続高温加熱炉

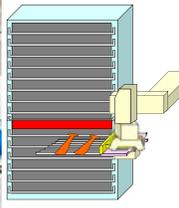
炉長さ: 20 - 50 m

1.6m

炉へ投入 → 炉長 300sec / 20sec x 1.6m = 24m → プレスへ

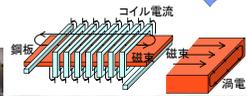
多段高温加熱炉

省スペース、搬送時間の増加

新しい加熱方法

非表面処理材: 49 s
表面処理材: 72 s

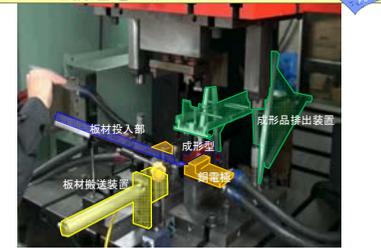


(a) 遠赤外線加熱
株式会社ワイエイシイデンコー



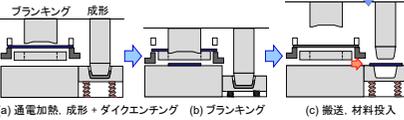
(b) 高周波誘導加熱
株式会社第一機電

連続通電加熱ホットスタンピング



板材搬送 → 通電加熱、成形+ダイクエンチ → 材料取出し

通電加熱直後のプランキング



(a) 通電加熱、成形+ダイクエンチ (b) プランキング (c) 搬送、材料投入



非めっき材の通電加熱ホットスタンピングにおける酸化スケール除去

成形後 炉加熱 240 s 酸化スケール: 多 表面: 粗

(a) ショットブラスト

通電加熱 3 s 酸化スケール: 少 表面: 滑

(b) 酸+超音波洗浄

通電加熱ホットスタンピング装置

(株)アミノ




通電加熱ホットスタンピング装置



成形後 トリム後

トヨタにおける通電加熱ホットスタンピングの適用



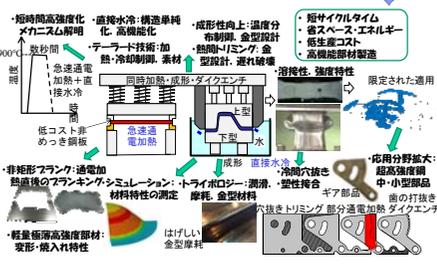
ホットスタンピングの利点

- 1) 金型急冷で焼入れを行うダイクエンチングによって、1.5GPa程度の引張強さを有する超高強度鋼成形品が得られる。
- 2) スプリングバックがほとんどなくなり、形状凍結性が高い。
- 3) 変形抵抗が減少して成形荷重は大幅に減少するが、下死点保持荷重が大きくなってプレス容量は大きい。
- 4) 延性が増加して成形性が向上するが、金型接触によって温度が部分的に低下し、成形性が減少する場合もある。
- 5) グローバル生産に対して、鋼板が入手しやすい。

ホットスタンピングの欠点

- 1) 900~950℃程度に加熱されるため、非めっき鋼板では成形品表面の酸化が著しく、スケール除去のためのショットブラスト処理が必要になる。
- 2) 酸化防止のためのアルミニウムまたは亜鉛めっき処理鋼板はコスト増になる。
- 3) ダイクエンチングのための下死点保持などに時間が必要になり、生産性が低い。
- 4) 高温炉が非常に大きく、設備が高価である。
- 5) 成形品が非常に高強度になり、トリミング、穴あけにレーザ切断を用いているため、後加工費が高い。
- 6) 小型部品では高温炉から取り出すと急激に冷却されて熱間加工ではなくなるため、比較的大型である自動車ボディの骨格部材に適用が限定されている。

次世代ホットスタンピング



短時間高強度化、ダイクエンチ、急冷、急凍、急凍+急冷、急凍+急冷+急凍、急凍+急冷+急凍+急冷

成形性向上: 温度分布制御、金型設計、冷却シミュレーション、型設計、遅れ破壊

材料特性の測定、摩耗、金型材料

応用分野拡大: 超小型部品、中大型部品、大型の打抜き

ホットスタンピング入門

森謙一郎、日刊工業新聞社

第1章 自動車の軽量化
第2章 ホットスタンピングの概要
第3章 鋼板特性
第4章 プレス成形・ダイクエンチング特性
第5章 加熱装置、プレス機械、金型、搬送装置
第6章 後加工
第7章 通電加熱ホットスタンピング
第8章 シミュレーションの利用
第9章 今後の応用分野

