

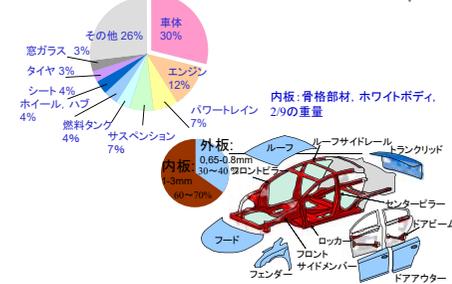
板材成形の現状と将来への展開

豊橋技術科学大学 森謙一郎

1. 高張力鋼板の冷間プレス成形
2. 超高強度鋼部材のホットスタンピング
3. アルミニウム合金板のプレス成形
4. チタン板のプレス成形
5. マグネシウム合金板のプレス成形
6. 板鍛造
7. 塑性変形を用いた機械的接合



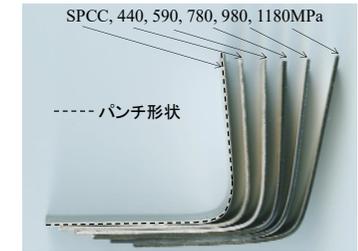
自動車の重量構成割合と内板・外板



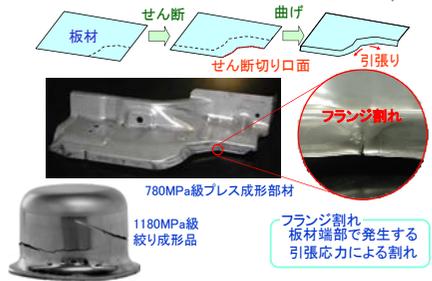
自動車部材への高張力鋼板の適用



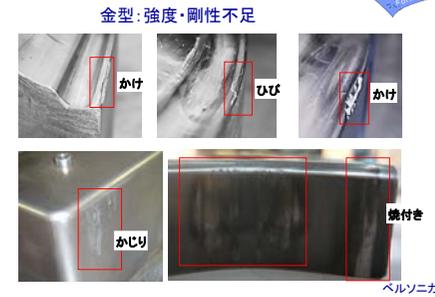
高張力鋼板の曲げにおけるスプリングバック



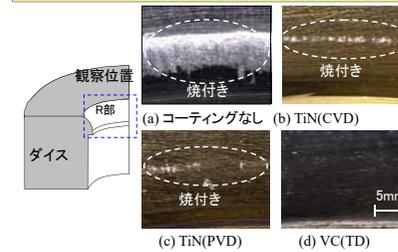
プレス成形におけるフランジ割れ



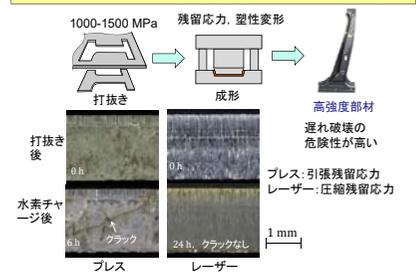
高張力鋼板のプレス成形における金型損傷



1180MPa級超高張力鋼板の深絞り加工における焼付き発生に及ぼす金型コーティングの影響



超高張力鋼板の打ち抜きブランク端面の遅れ破壊



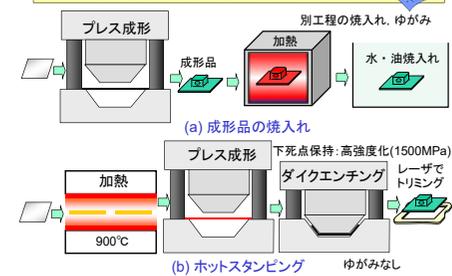
板材成形の現状と将来への展開

豊橋技術科学大学 森謙一郎

1. 高張力鋼板の冷間プレス成形
2. 超高強度鋼部材のホットスタンピング
3. アルミニウム合金板のプレス成形
4. チタン板のプレス成形
5. マグネシウム合金板のプレス成形
6. 板鍛造
7. 塑性変形を用いた機械的接合



鋼板の焼入れとホットスタンピング



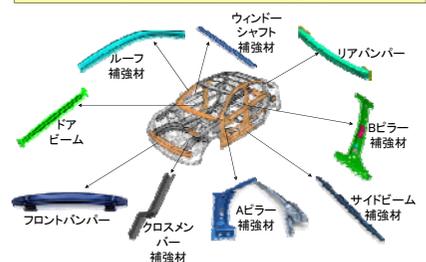
ホットスタンピング工程



ホワイトボディへの適用例



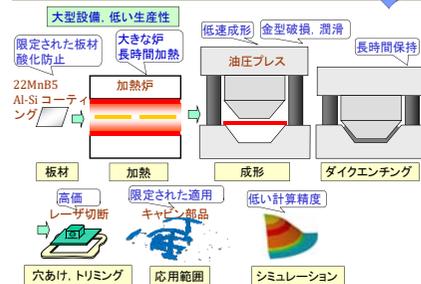
ドイツ ベントラー社におけるホットスタンピング成形品



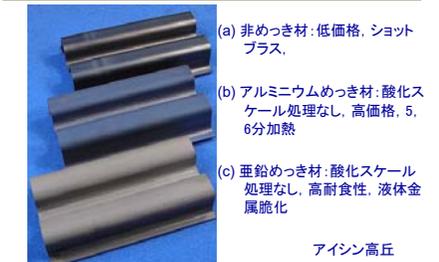
ホットスタンピングの特徴

- 利点
- 1) 1.5GPa程度の引張強さを有する超高強度鋼部材
 - 2) 小さいスプリングバック
 - 3) 小さい成形荷重? (下死点保持が大きく, プレス容量は小さくならない)
 - 4) 成形性向上? (金型との接触による温度低下)
- 欠点
- 1) 大型・高価な設備
 - 2) 低い生産性(2~4ショット/分)

現状のホットスタンピングの問題点



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ピングによって得られた成形品



ローラー移送式連続高温加熱炉

ローラーフィーダー

連続炉

高い生産性、20-50m

炉へ投入 炉長: 3spm

$$\frac{t_{\text{加熱}}}{t_{\text{冷却}}} \times L_{\text{炉長}} = \frac{330\text{sec}}{20\text{sec}} \times 1.6\text{m} \approx 26.4\text{m}$$

Enksson 2010

新しい加熱方法

コイル電流

鋼板

電流

鋼束

渦電流

(a) 遠赤外線加熱
ワイエイシデンコー

(b) 高周波誘導加熱
第一機電

通電加熱連続ホットスタンピング動画

成形パンチ

電極

スクラップ除去シューター

ブランクングダイス

成形ダイス

直接水冷による下死点保持時間の短縮

パンチ

冷却管

ダイス

(a) 成形前

水排出

水吸入

(b) 下死点保持

(c) 成形後

直接水冷を用いたホットスタンピング

ブランク(900°C)

搬送

(a) 炉加熱

(b) 接触開始

(c) 成形中

新: 3秒保持

(d) 下死点保持

従来: 10秒保持

(e) 終了

直接水冷を用いたホットスタンピング

上型

水

下型

水槽

板材成形の現状と将来への展開

豊橋技術科学大学 森謙一郎

1. 高張力鋼板の冷間プレス成形
2. 超高強度鋼部材のホットスタンピング
3. アルミニウム合金板のプレス成形
4. チタン板のプレス成形
5. マグネシウム合金板のプレス成形
6. 板鍛造
7. 塑性変形を用いた機械的接合

アルミニウム骨格部材

Aピラー

リアサイドメンバー

Bピラー

フロントサイドメンバー

サイドシル

ルーフサイドレール

アルミ合金スペースフレーム AUDI R8

オールアルミ合金モノコック JAGUAR XE

オールアルミ合金モノコック Range Rover Sport

アルミニウム外板部材

6000系: 熱処理系

ヘム加工

一般ボディ材

高ヘム材

ボンネットフード トヨタ・プリウス

ボンネットフード トヨタR8

5000系: 非熱処理系

アルミニウム自動車部品の適用

合金系統	用途
1000系 A1070, A1050, A1100 純アルミニウム系, 非熱処理	純アルミニウム電線、日用品、はく、装飾品、反射板、化学工業タンク類、熱交換器部品
2000系 合金 A2017, A2024, A2011 Al-Cu系, 熱処理	ねじ類、ギヤ部品、リベット類、航空宇宙機器、油圧部品、ゴム成形用金型、船舶用材
3000系 合金 A3003, A3005, A3105 Al-Mn系, 非熱処理	複写機ドラム、アルミ缶(胴部)、化粧板、カラーアルマ、電球口金、屋根材
4000系 合金 A4032, A4043 Al-Si系, 非熱処理	ピストン、シリンダヘッド、建築パネル、溶接線等
5000系 合金 A5052, A5056, A5083, A5454 Al-Mg系, 非熱処理, 高成形性	船舶、車両、建築用内外装、缶エンド、カメラ鏡筒、アルミホイール、化学プラント、圧力容器、板金製品
6000系 合金 A6061, A6063, A6N01 Al-Mg-Si系, 熱処理, 強度上昇	建築用材、高棚、ガードレール、船舶、車軸、陸上構造物、家具、家電製品、機械自動車部品
7000系 合金 A7072, A7075, A7N01 Al-Zn-Mg系, 熱処理	スポーツ用品(金属バット・スキーストック)、オートバイリム

材料特性とプレス成形性

材料	r値	r値	弾性係数	加工硬化指数n
A1050	0.24	0.62	E=70 GPa	$\sigma = F \varepsilon^n$
A5023	0.33	0.7		
A5052	0.26	0.66		
A5182	0.33	0.80		
A6111	0.26	0.60		
A6016	0.23	0.70		
A6022	0.25	0.60		
軟鋼	0.22	1.6	E=200 GPa	

板厚異方性r

$$r = \frac{\varepsilon_w}{\varepsilon_t}$$

n, r値: 大 ⇒ 成形性: 大
⇒ 低い成形性
⇒ 大きい弾性係 ⇒ 大きいスプリングバック
⇒ 大きな焼付き性

7075板材の温・熱間プレス成形

高い強度(引張強さ: 510-540 MPa)
低い成形性(伸び: 5-8%)

Austria Metal GmbH

B-pillar, Ford

Impact beam, Arrk

板材成形の現状と将来への展開

豊橋技術科学大学 森謙一郎

1. 高張力鋼板の冷間プレス成形
2. 超高強度鋼部材のホットスタンピング
3. アルミニウム合金板のプレス成形
4. チタン板のプレス成形
5. マグネシウム合金板のプレス成形
6. 板鍛造
7. 塑性変形を用いた機械的接合

純チタン、チタン合金板のプレス成形

《チタン》

《純チタン》

- ・冷間成形性
- ・耐食性
- ・軽量

表面処理, ダイスマチ質, 潤滑剤

《チタン合金》

- ・高強度
- ・耐熱性
- ・高温加工
- α型合金
- α-β型合金: 航空機
- β型合金: 冷間成形性
- 曲げ, 浅絞り

高い親和性の純チタン板の冷間深絞り加工における焼付き

焼付き発生

パンチ

ダイスR部

焼付いたダイス

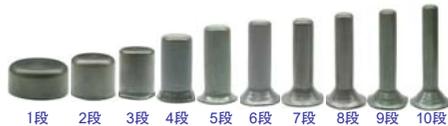
焼付いた容器

陽極酸化皮膜とアルミ青銅ダイスをを用いた冷間多段深絞り加工

アルミ青銅: 高い耐焼付き性

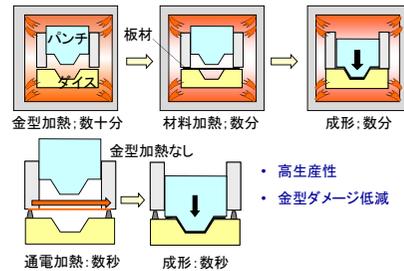
1段 2段 3段 4段 5段 6段 7段 8段 9段 10段 11段 12段

大気酸化皮膜処理されたβ型チタン合金板の冷間多段深絞り加工



1段 2段 3段 4段 5段 6段 7段 8段 9段 10段

α+β型チタン合金板の熱間プレス加工



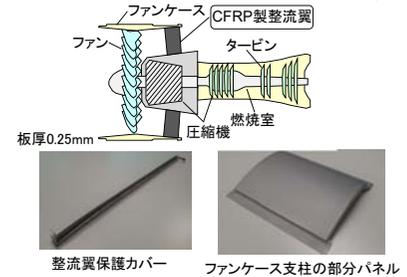
- ・高生産性
- ・金型ダメージ低減

通電加熱を用いたTi-6Al-4V板のハット曲げ加工

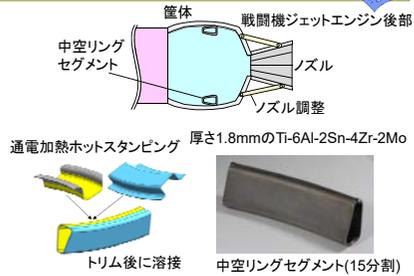


吉増製作所

ターボファンエンジン部品の成形



ジェットエンジン中空リングセグメント



通電加熱ホットスタンピング 厚さ1.8mmのTi-6Al-2Sn-4Zr-2Mo

板材成形の現状と将来への展開

豊橋技術科学大学 森謙一郎

1. 高張力鋼板の冷間プレス成形
2. 超高強度鋼部材のホットスタンピング
3. アルミニウム合金板のプレス成形
4. チタン板のプレス成形
5. マグネシウム合金板のプレス成形
6. 板鍛造
7. 塑性変形を用いた機械的接合

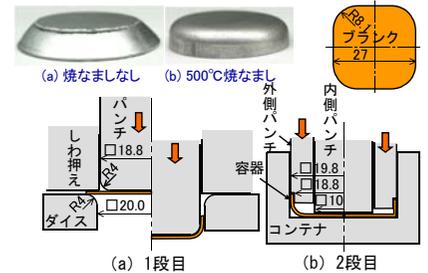


マグネシウム合金板の温間プレス成形

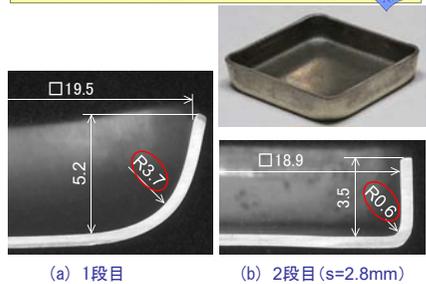
AZ31, AZ61: 常温では成形困難, 200~350°C 加熱によって成形性向上



マグネシウム合金板の冷間2段成形



マグネシウム合金角筒容器の2段成形



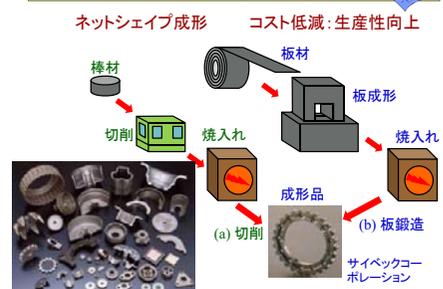
板材成形の現状と将来への展開

豊橋技術科学大学 森謙一郎

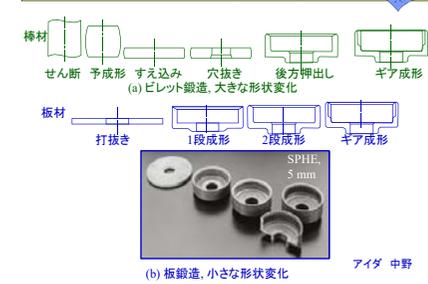
1. 高張力鋼板の冷間プレス成形
2. 超高強度鋼部材のホットスタンピング
3. アルミニウム合金板のプレス成形
4. チタン板のプレス成形
5. マグネシウム合金板のプレス成形
6. 板鍛造
7. 塑性変形を用いた機械的接合



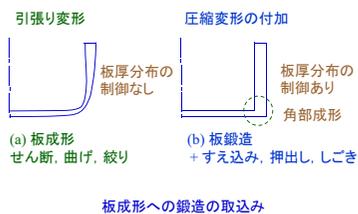
切削から板鍛造への置換え



ビレット鍛造と板鍛造

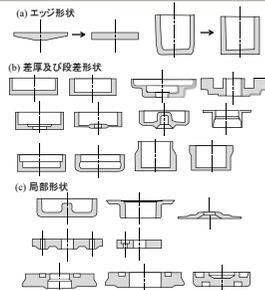


板鍛造と板成形の違い



板成形への鍛造の取込み

板鍛造の分類



アイダ 中野

板材成形の現状と将来への展開

豊橋技術科学大学 森謙一郎

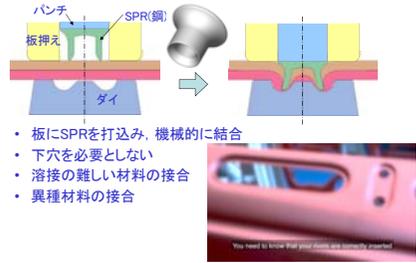
1. 高張力鋼板の冷間プレス成形
2. 超高強度鋼部材のホットスタンピング
3. アルミニウム合金板のプレス成形
4. チタン板のプレス成形
5. マグネシウム合金板のプレス成形
6. 板鍛造
7. 塑性変形を用いた機械的接合



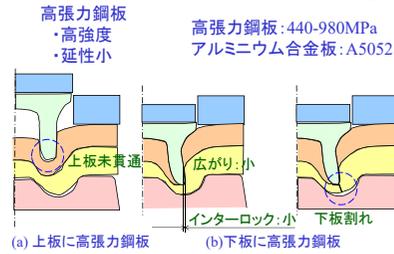
自動車車体のマルチマテリアル化



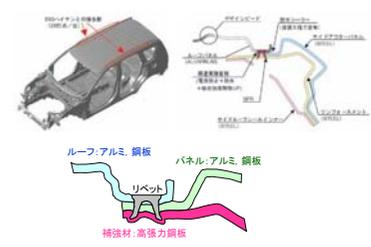
板材接合のためのセルビアスリベッティング



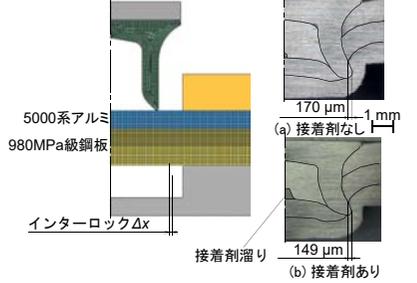
高張力鋼板とアルミニウム合金板の接合における問題点



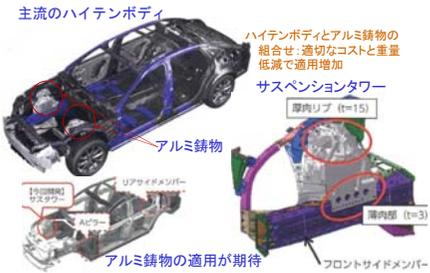
3枚板の接合



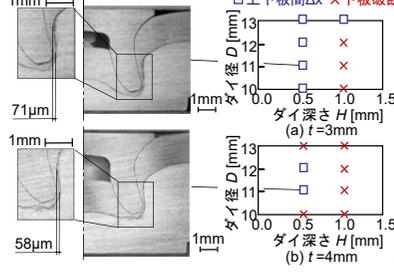
3枚板のセルビアスリベッティング接合



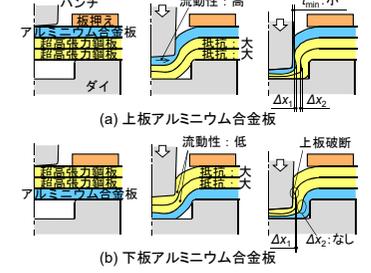
アルミダイカストと高張力鋼板の接合



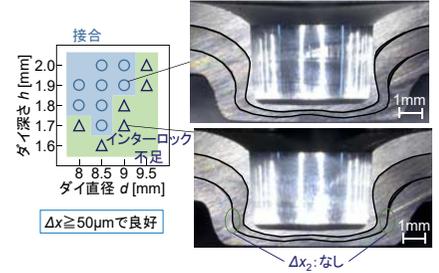
セルビアスリベッティング接合



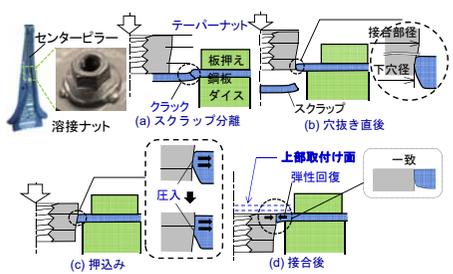
3枚板のメカニカルクリンチング



980MPa級鋼板における接合範囲に及ぼすダイ形状の影響



テーパナットを用いた超高強度部材への穴抜き接合法



テーパナットによるホットスタンピング材への穴抜き接合法

