次世代自動車地域産官学フォーラム・技術開発セミナー
―自動車部品の軽量化に貢献する―
アルミニウム鍛造技術 シンポジウム

アルミニウム合金の鋳造鍛造技術

日軽エムシーアルミ㈱
北岡 山治

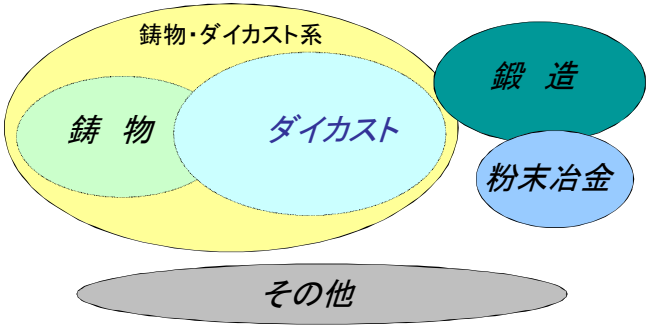
2013.10.30

講演予定

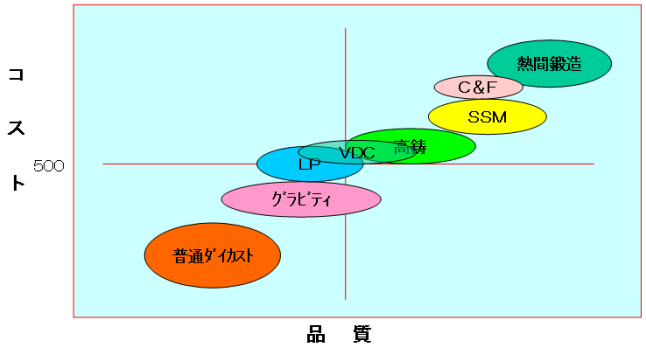
1. 素形材における鋳造，鍛造の位置づけ
2. 鋳造鍛造の実用化例
3. 材料特性からみた鋳造，鍛造
4. 鋳造鍛造用合金
5. 今後の展開

1. 素形材における鋳造，鍛造の位置づけ

アルミニウム合金の代表的素形材



各工法での品質とコストレベル比較

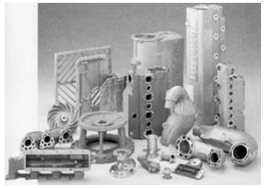


鋳造鍛造検討における考慮要素

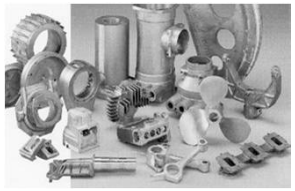
鍛造 ⇔ 鋳造鍛造 ⇔ 鋳造

- 形状
- 材料特性
- 価格
- 工法・その他

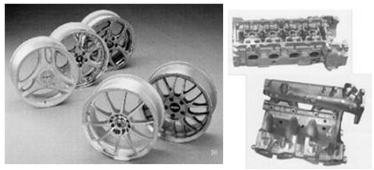
アルミニウム合金鋳物の製品例



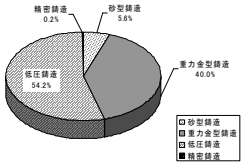
砂型鋳造



金型鋳造



低圧鋳造



アルミニウム合金鋳物の鋳造法別生産割合

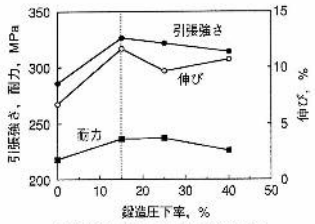
（ダイカスト協会パンフレット他より）

アルミニウム合金ダイカストの製品例

（ダイカスト協会パンフレットより）

2. 鋳造鍛造の実用化例

鋳造鍛造の例と効果



鍛造圧下率が機械的性質に及ぼす影響

（日軽金技研パンフレット他より）

製造工程

鋳造鍛造

溶解
鋳造（鋳物）
湯口切断
蛍光探傷

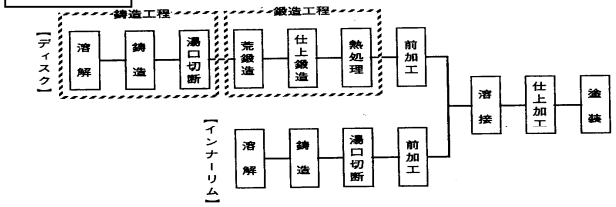
↓

加熱
仕上型鍛造
トリミング
熱処理
蛍光探傷
仕上げ

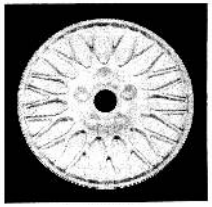
押出材による熱間鍛造

溶解
鋳造（ビレット）
均質化処理
押出
切断
加熱
粗型鍛造
加熱
荒型鍛造
加熱
仕上型鍛造
トリミング
熱処理
蛍光探傷
仕上げ

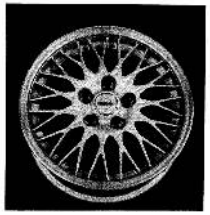
NS30



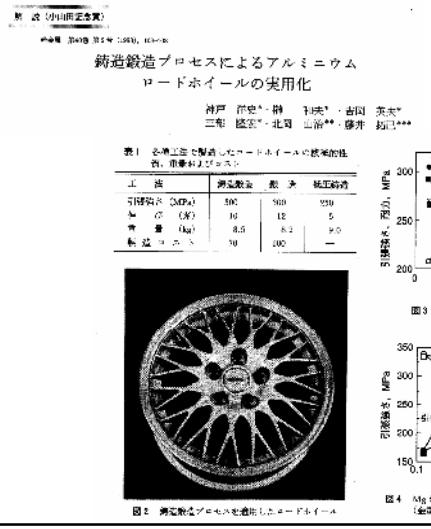
鋳造鍛造プロセスによるロードホイール製造工程



鋳造素材外観



鋳造鍛造プロセスを適用したロードホイール



鋳造鍛造プロセスによるアルミニウム
ロードホイールの実用化

神戸 [illegible]・[illegible]　[illegible]・吉岡 [illegible]
三菱 [illegible]・北川 [illegible]・藤井 [illegible]

表1 各種工法で製造したロードホイールの機械的性質，重量およびプロセス

工法	溶湯鍛造	鍛造	低圧鋳造
引張強さ (MPa)	300	300	250
伸び (%)	10	12	5
重量 (kg)	8.5	8.2	9.0
製造プロセス	10	100	—

図2 鋳造鍛造プロセスを適用したロードホイール

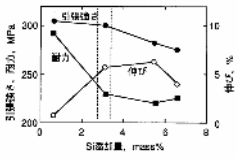


図3 Si添加量が機械的性質に及ぼす影響（鋳造材，溶体，T6処理）

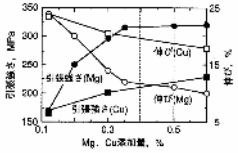
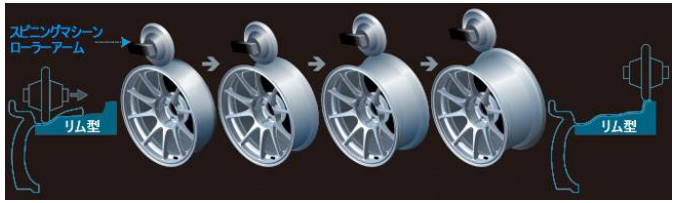


図4 Mg および Cu 添加量が機械的性質に及ぼす影響（金型鋳造，溶体，T6処理）

フローフォーミングによるホイールの成形 1

（鋳造鍛造の一種？）



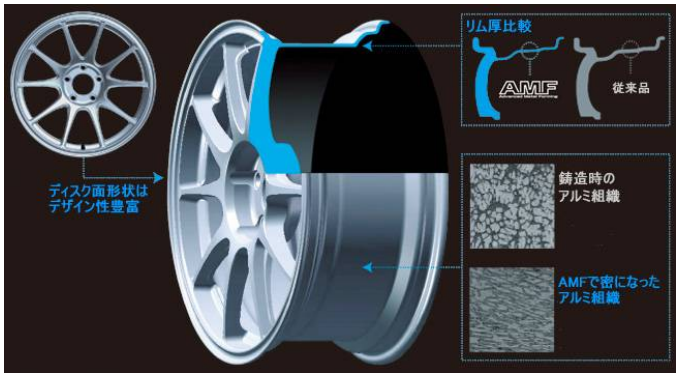
①鋳造
フローフォーミング独特の形状にて、鋳造します。
ほぼ商品の形状で鋳造される一般的なものとの違い、フローフォーミングでは引き伸ばせるような形状で鋳造します。

②スピニング
専用のスピニングマシンを使いリムを伸ばします。バーナーでローラーを熱しながらリムをローラーを使用して伸ばします。

③スピニング後
スピニング後に、加工＋塗装をして商品になります。

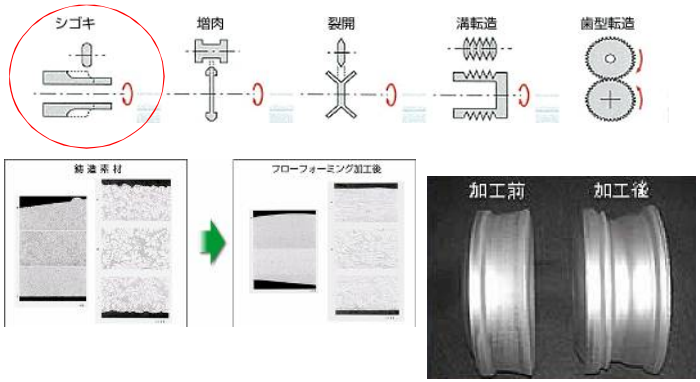
WEDS HPより

フローフォーミングによるホイールの成形 2



フローフォーミング加工の特長

大きく分けて下記の5つの加工があります。内外面にギヤやスプライン形状等、切り粉を出す事無く塑性加工によって成形する事ができます。



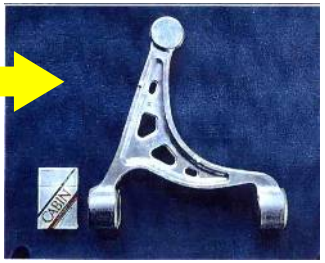
Nihon Spindle HPより

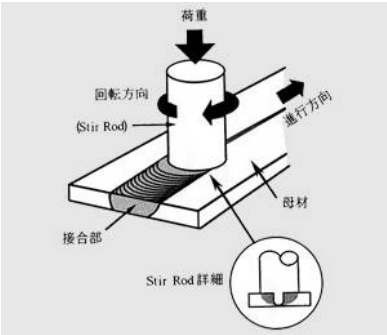
鍛造品の低コスト化技術例

（鋳造鍛造の一種？）

異形連続鋳造棒
ニアネットシェイプ鋳造材

鍛造されたアッパーアーム

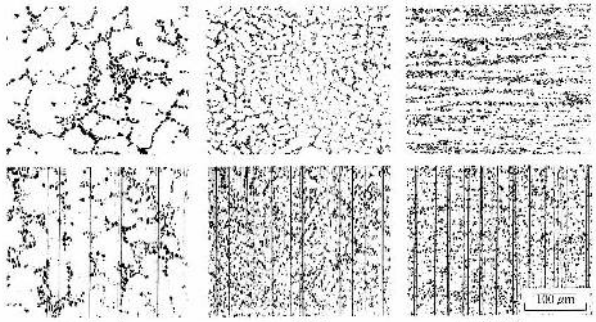




摩擦攪拌溶接(Friction Stir Welding)法の概略図

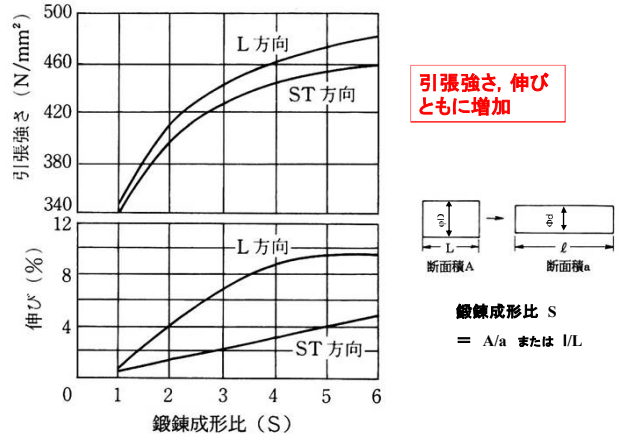
（FSWの鋳物への活用＞＞＞鋳造鍛造の応用？）
シリンダーヘッドの部分改質等

3. 材料特性から見た鋳造，鍛造



亜共晶 Al-Si-Cu-Mg 系合金の各種素材のミクロ組織（上段）と鍛造加工，精密切削生上げ後の表面状態（下段）

塑性加工材は方向性にも十分注意を！！

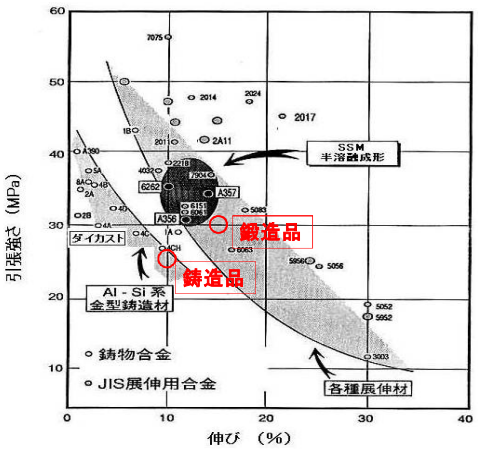


引張強さ，伸びともに増加

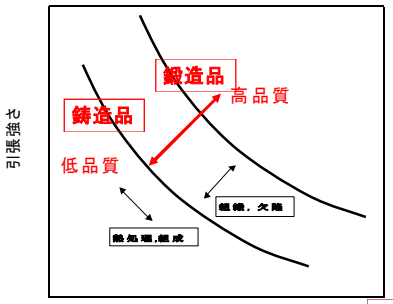
鍛錬成形比 S

＝ A/a または l/L

2014-T6 の鍛錬成形比による機械的性質の変化



各種合金の伸びと引張強さの関係，加工法の比較



引張強さと伸びの関係

品質指数 Q (Quality Index)
Q＝TS + K･log(EL)

鋳造材を鍛造して塑性加工を加えることにより，品質指数が大幅に増加

比較例：
鋳造材（引張強さ250MPa，伸び10%）
品質指数Q＝400
鍛造材（引張強さ300MPa，伸び15%）
品質指数Q＝476

4. 鋳造鍛造用合金

合金選択の指針

・機械的性質からの選択
・物理・化学的性質からの選択
****
・鋳造性からの選択（鍛造時の割れに注意）
・鍛造性からの選択（鋳造時の割れに注意）

鋳造鍛造に利用可能な合金

・ほとんどの合金が利用可能ではあるが,難易がある

・使いこなしに問題がある合金
　鋳造が難しい合金
　　ex. 鋳造割れが起き易い合金 ＞＞ 展伸材の一部
　鍛造が難しい合金
　　ex. 伸びの少ない合金 ＞＞ 高Si合金など

・使用実績が多い合金
　AC1B，AC4CH（A356）など

製品設計，型設計1

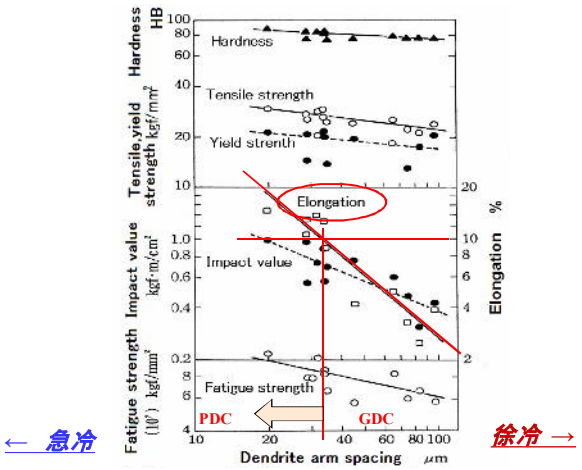
製品設計，型設計でのポイント

・鋳造鍛造では，鋳物と鍛造の両方の特徴，設計思想の理解が不可欠

・鋳造鍛造では特にプリフォームとなる鋳物の設計が重要

・プリフォームの特徴としては，全体に肉厚で，肉厚変動部のつなぎが
　緩やか，ずんぐりした形状となる場合が多い

・鋳造，鍛造の矛盾点にどう対処するかが問題
　鋳造： 細かい急冷組織で強度を確保したい ＞＞薄肉化指向
　鍛造： 十分鍛造して強度を確保したい ＞＞厚肉化指向
　　上記矛盾への対応，加工度の選択？



AC4CH合金鋳物の機械的性質に及ぼすDASの影響

鋳造素材（鋳物，プリフォーム）への要求

・ポロシティ等欠陥がなく，健全であること
・表面に傷,欠陥等がないこと
・組織が急冷により細かく，緻密であること
・鍛造成形性（変形抵抗等）が良好なこと

（参考） 欠陥は鍛造ではつぶれない！！

鍛造での注意事項

・必要な部位における加工度の確保
・平均20～30%以上の加工度
・再結晶粒の粗大化防止
・最適鍛造温度の確認
・必要に応じて荒型鍛造を追加

注意：鍛造中の材料の変形過程で，大きな引張変形を生じないこと！！

材料の伸び値目標 ＞ 20%??

一般に，自由に変形できる面が特に問題，圧縮変形はOK

5. 今後の展開

鋳造鍛造の今後の展開

鋳造のメリット
（鋳物，ダイカスト，連続鋳造他，
各種鋳造技術）

鍛造のメリット
（鍛造，スピニング，FSW他，
各種塑性加工）

組合せを
最大限に活用

結言

・塑性加工をうまく利用しよう

*・素材の諸特性を十分に高いレベルに
保つことが基本，特に欠陥に注意*

*・材料の諸特性を正確に把握しておくこと
特に高温特性，変形能，組織との関係に注意*

・熱処理を含めた工程改善も視野に入れよう

END