

自動車部品用ダイカストにおいて 明瞭なこと

The Black and White of Automotive Die Casting

ポール・ロビンス * Paul ROBBINS

(渡辺靖彦 訳)

大型、複雑形状かつ薄肉の自動車用ダイカスト部品の市場は急成長している。その市場で生き残るには、ダイカスト生産プロセスの一要素のみを検証するだけでなく、個々の要素が相互に作用して互いの機能を強化させていくことである。

概要

いくつかの自動車会社は今、選ばれたニューモデルの鋼製部品例えばエンジンクレードル等を高強度アルミニウム合金製鋳物に置き換え始めている。これらの鋳物は、極めて大型で複雑形状でかつ薄い。まさにダイカストメーカーが永年追い求めていたものであり、ほとんど指数関数的なスピードで増加が期待できる大型の新規ビジネスである。他の自動車メーカーも競争力を保持するためにアルミニウムに変えつつある。

私のブログ (<http://www.castool.com/blog>) では、自動車分野向けのアルミダイカストに関してかなり記述してきた。何故ならば、この厳しい分野ではグレーゾーンはないからである。ダイカスターの生産工程において、すべての行動あるいはその相互の作用は成功か失敗である。自動車用

ダイカストにおいて、マイナーとして片づける問題はない。この新規ビジネスの潜在量はあまりに大きいので、どのダイカスターにとっても何らかの理由でそのシェアが危険にさらされることはないであろう。

総合的プロセス

このエクサイティングなマーケットにおいて、ダイカスト生産プロセスの一要素のみが個々に検証されたり、評価されることはない。個々は少なくともお互いの要素あるいはプロセス相互に作用している。もしも相互に作用している要素が同等の効果をもつならば、それらはお互いの機能を強化し高めるであろう。完全なプロセスとは、すべての部分が同一目標で共に働くインテグレートされたシステムであると考えられるときにのみ、最大の効率が達成されるであろう。成功は主に修正よりも予期と予防の哲学に依存している。また、それには完全な、不変なそして正確な熱管理が全

* Castool Tooling Systems, General Manager
Toronto Canada

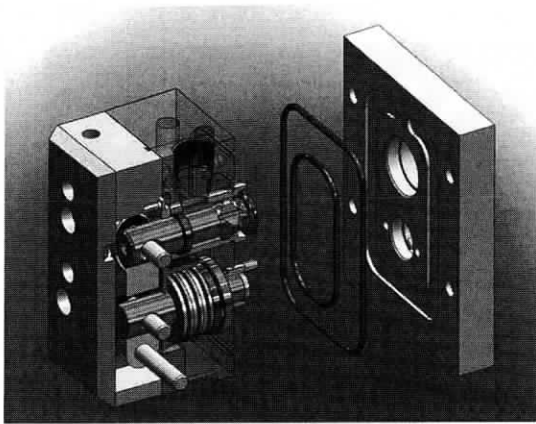


Figure 1 Vacuum System

生産システムを通して必須である。

自動車メーカーは、大変大きな包括的な生産に関しては、独立系のダイカスターないし自社のダイカスト部門と交渉するであろう。彼らはいつもほんのわずかな最終部品の在庫しか持たない。すべての輸送品は完璧に搬送されねばならないし、鋳物の品質は100%保証されねばならない。自動車産業においては、「ほとんどパーフェクト」は全く受け入れられない。とにかく、まさに車は永久に走るように設計されている。

真空

自動車産業が要求している標準的品質に挑戦するためには、真空鋳造は不可欠であると認識され

ている。数年前に真空がダイカストに取り入れられた時、ダイカスターはその効果を出すために過度の習熟を必要とした。何故ならば当時真空バルブは大変なメンテナンスが必要であった。今日 Castool バルブは、さらに強くなり、熱的寸法的に安定し、可動部分がきわめて少なくなり、顧客の多くは 20,000-40,000 回の鋳造毎に定期点検を実施している。もちろん、真空バルブは生産システムの中で重要な要素ではあるが、ダイカスターが自動車産業に寄与しようとするならば、完全に機能しなければならない相互作用部品チェーン中の1個のリンクに過ぎない。

明らかに真空は全体を囲い込まれた空間において作られている。すなわちプランジャーとショット・スリーブ間のシールが真空鋳造の効果を律していると言っている。ショット・スリーブと特別なチップ両者の精細な温度管理とそれに基づく寸法管理は Castool の技術を使うことにより成し遂げられる。

効果的な真空システムを達成するためには3つの主な必要事項がある。

1. 高速排気を確保するための比較的大きな真空タンク
2. 金型中の高レベル真空度、およびショット後

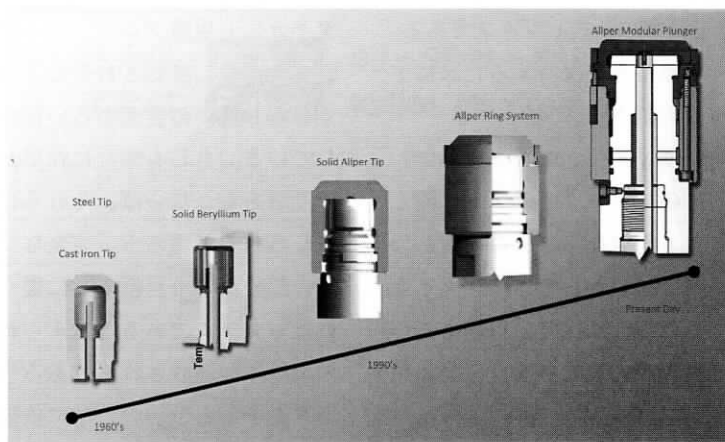


Figure 2 The Evolution of a Plunger Tip

の不純物等の効率的排出

3. タンク内の真空度は少なくとも1 mbが必要

高速バルブのサイズは、排気ガスが通過する最小の部分に依存する。排気部分が小さくなれば、もちろん排気時間は長くなる。今日、どんな製品でも真空鋳造システムによって利益を上げながら製造されている。大改造されたバルブは今や、熱的に管理されたショット・スリーブとプランジャー・チップのコンビネーションにサポートされうまく作動している。すなわち、そのコンビネーションは安定したシール、最少の特別な潤滑用によって生み出されている。

プランジャー・チップ

プランジャー・チップはもともと鋼製である。鋼製チップは、主としてその耐久性と経済性によって今でも使われている。もちろん鋼製チップは、その摺動しているショット・スリーブと同じ熱膨張係数を有している。プランジャー・チップはスリーブよりもより高熱に曝されているので、鋼製チップの膨張を精度よくコントロールするのは困難である。従来型プランジャー・チップの次の開発ステップは、鋼製よりも熱膨張率が50%大きいベリリウム銅製を使うことであった。この使用によりチップの膨張をコントロールしやすくなり、ストロークを通じてチップの熱的すなわち寸法的安定性を保持することが可能となった。

過度のプランジャー・チップの膨張と摩耗は、単純に不適切な冷却の結果である。経験のあるダイカスターでさえ、時にこのことを無視する。冷却水流の速度は簡単に測定できるので、常にモニターされるべきである。適切な水流の保持は、プランジャー・チップ膨張をコントロールする上で重要である。冷却水を従来型より効果的に使うタイプの冷却強化型プランジャー・チップが、特許専有下でいくつかある。CastoolのARPプランジャー・チップは、スイスのAllper社によって



Figure 3 High Strength AMP Tip

何年も前に開発された。そのAllper社はCastoolによって2009年に買収された。水流はステンレスのホルダーを通してショット・ロッドのセンターから流れ出し、直接プランジャー・チップの内面に当たる。そこでは熱移動を最大化する乱流が生じ、その冷却水は4個の溝を通して環状外部冷却リターン通路を通して流れ出る。

ベリリウム銅はプランジャー・チップから冷却水へ熱を移動させるのに理想的な材料である。もちろん、それは鋼製のショット・スリーブのような耐摩耗性はない。このチップが寸法的に安定したギャップ・コントロールを可能にするために、鋼製耐摩耗リングの開発によって問題は解決された。熱処理された鋼製リングは、プランジャー・チップ前方付近の機械加工された溝部にフリーにはめ込まれている。それは切れ目があり、ショット・スリーブの内壁に向かって拡張しており、リングのみが摩耗し、銅ボディは摩耗しない。

リングはフレキシブルであるので、ショット・スリーブの内面と常に接触している。最大の摩耗原因であるフラッシュは本質的に発生しにくい。ショット速度は一定してし、拡張している耐摩耗リングはプランジャーとショット・スリーブ間の確実なシールを確保するので、より良い真空が達成される。付加的なメリットとしてARPの面は他のプランジャー・チップよりかなり冷されている。すなわち、バスケットもより速く冷やされ、サイクルタイムをかなり短縮する。ダイカスター

がショット・スリーブの金型端を冷却しサイクルタイムを減少させることは珍しいことではない。不幸なことにプランジャー・チップが最高温、最大径のポイントで、スリーブを収縮させようとするのである。

新プランジャー・チップ

特に強度および安定性に対するプランジャー・チップへの要求は、交換可能耐摩耗リング・プランジャーの領域を超えてきている。そこでCastool AMP プランジャー・チップが開発された。ARPと同じように、鋼製ホルダーはプランジャー・ロッドにねじ込まれている。鋼製ヘッドを有するベリリウム銅ボディは、同じようにパオネット式簡単装着法である。

AMP 開発では長期間にわたりデザイン変更を重ね試作試験を行って、冷却水への熱移動は大幅に効率的になった。チップは寸法的により安定になり銅の高熱膨張係数への依存性が少ない熱管理となった。サイクルタイムは減少した。消耗品のコストも減少した。耐摩耗リングとチップ・ボディの寿命はかなり正確に予測できるようになり、交換のための停止時間もスケジュール化できるようになり、生産工程が不意に中断されることはなくなった。AMP 高強度プランジャー・チップは、拡大し変化し続けている市場の要請に答えている。

ショット・スリーブ温度のコントロール

ショット・スリーブ注湯口下部の温度は、上部温度より典型的に 100-150℃高い。もしもそれ以上にスリーブ下部温度が上部温度よりも高いと、

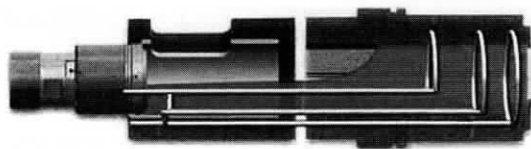


Figure 4 Thermally Controlled Shot Sleeve

不均一な膨張が起こり、楕円形になってしまう。もしもコントロールされていないと、スリーブの垂直方向の温度バラつきは歪みの原因となるであろう。その結果少なからず溶湯はプランジャーとスリーブ間のギャップに侵入するであろう。そしてプランジャーとショット・スリーブ間のシールが傷つき、早すぎる摩耗そして一定しないショット速度の原因となる。

ほとんどすべてのダイカスターはプランジャー・チップを冷却している。しかしながら、ショット・スリーブ温度の効果的なコントロールは、より困難な挑戦である。温度が最も高いショット・スリーブ注湯口端は、冷却が最も必要な場所である。従って、温度コントロールの一方法は、冷却ジャケットを採用することである。この効果的かつ経済的治具を用いて、もっとも必要であるショット・スリーブ冷却を、直接注湯口下部で行うことである。

真空を使うほとんどの場合、熱的コントロール (TC) したショット・スリーブを使うことが必要である。一連の小孔がショット・スリーブ注湯口下部に開けられ、同様に金型端側にも開けられ連結されている。熱コントロール・ユニットにより、温度とオイルの流れをコントロールし、作業中のその寸法を管理している。

プランジャー潤滑

ショット・スリーブ潤滑の基本的な目的は、単

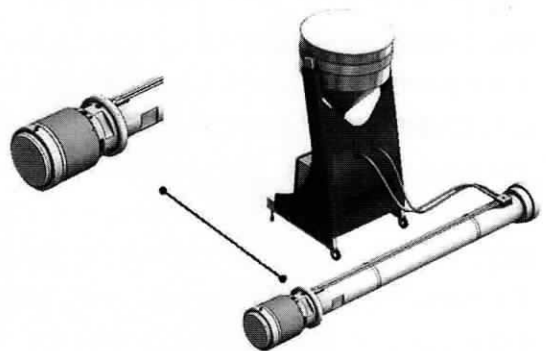


Figure 5 Plunger & Shot Sleeve Lubrication

純にスリーブとプランジャー間の摩擦を減らすことであり、スリーブ内のプランジャーの滑らかな動きを確保することである。これは一定したショット速度に不可欠であり、かつショット・スリーブおよびプランジャー・チップの寿命を伸ばしている。潤滑剤量は適切でなければならないし、過剰量を避ける注意が必要である。それ故潤滑剤は絶対的の最小でなければならない。それは良形でなければならないし、有害なフュームを発生してはならない。

非金属介在物が金型に入る可能性を避けるために、最大の注意を払わなければならない。例えば、黒鉛ベースの潤滑剤は製品のポロシティの原因となる。潤滑剤はそれが必要なところに補充されなければならないし、かつ必要なところのみでなければならない。過剰な潤滑剤は、実際に使われることなく、不必要なコストであり作業場を汚してしまう。

ボロン・ナイトライドはアルミニウムのダイカスト産業で使用された中でもっとも効果的であると今や例外なく評価されている。そのすばらしい潤滑性は他のすべての伝統的に使われた潤滑剤を遙かに凌駕している。それはまた良形であり、有害フュームを発生しない。

注意深く計量された液体潤滑剤は蒸発しミストになる。そしてショット・スリーブ全域に流れ、その表面は完全にそして均一に潤滑剤のフィルムでコーティングされる。過剰な潤滑剤はリングがショット・スリーブ・ボアを戻るときにそのサイクルの最後で拭き去られる。潤滑剤スプレーとエアノズル・アッセンブリーはプランジャー・ロード上のチップ後方に取り付けられる。ノズル技術は、潤滑剤を全体をカバーするように、効果的かつ全体の消費量を減じるように、蒸発させている。計量した分量を噴射ポンプで、各プロセスで必要な正確な量の潤滑剤を、作業場を汚す過剰な危険もなく供給する。

アドバイス

あなたがかかえる問題に対してワンストップ解決法を薦めるセールスマンに注意してください。このような万能薬はありません。もしも可能ならば、あなたの生産工程に関して、生産工程が現実にあるべきもの（公差、仕上がり等）よりも困難でないことを確認するために設計者と議論してください。

改良された鋼は金属学的に優れているかもしれないけれど、そのコストはあまり評価されることはない。しかしながら設計とプロセスが最適化されると、優良な鋼は助けになります。

真空コントローラで真空バルブの閉鎖をより早める引き金を引くと、真空システムの複雑性は増してしまうが、それはアルミ合金とか汚染物質がバルブに進入することおよびチョコ停を防ぐ手助けになるかもしれない。その原因に注目しバルブを可能な限りシンプルにすることはいいことである。

簡単に言えば、最小量の潤滑剤を、適切な場所に使いなさい（鋳物の中でではない）。

最後のアドバイス

どのダイカスターも、大型の薄いそして複雑なアルミ鋳物を自動車産業のために、どのように生産するかは知っている。そのビジネスは、すでに大量にかつ満足して利益も上げて進められている。秘密はない。しかしながら、それをどうするか、実際にどうしているかを知っていることとは、二つの全く異なることである。最終的に理論が現実置き換えられるとき、自動車産業に対するダイカストのもっとも基本的な暗示は古い格言に見いだすことができる。チェーンはその最弱のリンクと同等の強さしかない。

あなたがこの点にしっかり注目するならば、あなたは成功への道にあり、無視するなら失敗するであろう。