

神話的だった完全なダイスが 現実的に

The Myth of Perfect Die

Paul Robbins * 著

高木 茂嘉 ** 訳 Shigeyoshi Takagi

現在、押出ダイスは、不完全な生産プロセスに合わせて設計、製作がされている。押出の付加価値の多くは、押出合金がダイスを通過する瞬間に発生する。今日、力点を置くべきは、より良いダイスへの設計や製作にではなく、この押出の瞬間にある。ダイスの機能と押出の瞬間に最も影響を与えるのは、おそらくダイス加熱炉、コンテナ、そしてダミーブロックの3つのコンポーネントである。

完全なダイス

押出メーカーは、生産性と利益の向上への最善策は優れたダイスにあると長い間信じてきた。今なお、完全なダイスが目標にある。しかし、それはダイスメーカーにあまりに期待をかけすぎている。今日ですら、完全な押出ダイスは不可能である。それは、ダイスは不完全な生産プロセスに合うように設計、製作をされているからである。ダイスは最適温度以下で、また不均一なメタルフローに対して用いられるように作られている。従って、押出されるアルミ合金や型材に対して、理想とするよりも高強度なダイスとなっている。長いメタル流路を持ち、不均一なメタルフローを予測して、多くはマニュアルで機械加工や研磨がされている。当然、強度のあるダイスはブレイクスルー圧力をかなり大きくし、押出の最大速度を減少させる。

【成功への前提条件】最大の生産性に近づけるには、次の3つの条件が合致していなければならな

い。

- 1) 押出合金は、用いられる合金種と押出材形状に対応して、最適な温度、最適なメタルフロー速度で均一にダイス内に流入すること。
- 2) ダイス自体の温度が完全に押出温度にあり、しかも均一であること。
- 3) 押出合金とダイスの温度、メタルフロー速度は、押出サイクルを通して常に一定であること。

押出の瞬間

ダイスはアルミニウム押出の心臓にあたる。押出の目的の基本である付加価値の多くは、押出合金がダイスを通過する瞬間に発生する。これが押出の本質であり、押出の瞬間と定義づけられるかもしれない。

上に挙げた前提条件に合えば、理論的には結果として最大の生産性が上げられる。そこで、今日、押出をより改善する真のキーは、ダイスにではなく、押出の瞬間にインパクトを与える生産システムの、相互に作用するコンポーネントからの効果

* Castool Tooling Systems

** 技術士（金属部門）、テクノコンサル ベンチマークス

にある。

ダイスの機能と押出の瞬間に最も影響を与えるのは、おそらくコンポーネントの内の3つ、ダイス加熱炉、コンテナ、そしてダミーブロックである。

シングルセルダイス加熱炉

どの押出メーカーも、すべてのロットでピレット1本目から最終本まで良品を得たいと考える。なぜ必ずしもそうならないか。その最もあり得る理由は、1本目あるいは2本目のピレットが、プレスに載せた新しいダイスを、完全かつ均一に操業時の温度に加熱するのに必要だからである。これは、スクラップ、非稼働時間、不要なダイ修正へのリスクの原因となる。従来からの大型ボックス炉は、非効率的で、非適切なダイス加熱が多い。(Fig.1)

【利点】

- ・各炉が一度に1ダイスセットだけを迅速に、完全に、経済的に加熱する。
- ・1本目のピレットがダイス加熱をする必要がないため、スクラップ発生が減少する。
- ・ダイスは、押出合金材質、押出される型材に対して、最適な温度に加熱される。
- ・押出温度を高くするほどブレークスルー圧力を減少させる。
- ・急速な加熱はベアリングの酸化と窒化層の劣化を最小にする。
- ・急速な加熱と最適な加熱温度で、残メタル詰めしたダイスの使用が増加できる。
- ・状況表示灯がダイスの使用準備をオペレーター

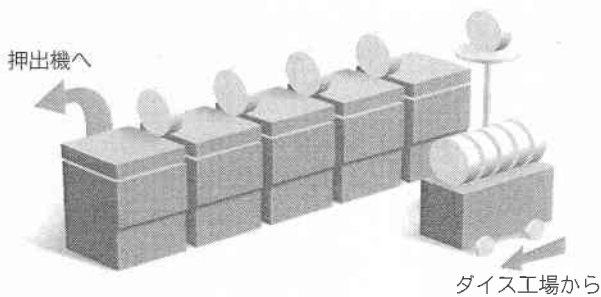


Fig.1 シングルセルダイス加熱炉
(5炉で15ダイスを順番で加熱する)

に知らせるので、時間の損失がない。

- ・所定速度への立ち上がりを加速して、時間短縮をする。

ユーザーから実証された結果

シングルセルダイス加熱炉によってダイスが均一温度に加熱されると、ブレークスルー圧力は通常30~40%減少する。これに関する米国東部にある大手押出メーカーの、シングルセルダイス加熱炉の結果を従来のボックス炉と2006年9月から11月までの3ヵ月間比較した代表的なデータを下記に示す。昨年11月以降、多くあったダイス破損が減少を続けている。

	大型ボックス炉 2006年6~8月	シングルセル炉 2006年9~11月
ダイス変形	2	0
マンドレル部移動	14	6
ブリッジ部陥没変形	10	5

押出コンテナ

現代のコンテナは、おそらくほとんど理解がされていないか、誤解をされている押出生産システムのコンポーネントである。この2~3年において、それ以前の20年間で得た知識よりも、熱制御されるコンテナの真の機能について多くが得られた。

例えば、多くの押出メーカーは、ピレットからの入熱がコンテナをオーバーヒートすると考えていた。これは、単純に不可能である。コンテナとアルミニウムピレットとの熱質量(質量×比熱)間には大きな不釣り合いがあるからである。熱はコンテナ体内で分散し易く、それからコンテナハウジング内周囲にも幾許かのロスをする。

押出により発生する熱は、押出合金がダイスに入る直前の変形ゾーンで発生する。この熱のほとんどは、コンテナを加熱する前にダイスを通して押出材とともに持ち出される。

過剰な熱が、コンテナハウジング内で上昇し、コンテナ上部側の温度を増大させる。従来のコン

テナでは、ライナーの上部側温度が高いほど粘性を、従ってその個所での押出合金の変形抵抗を減少させた。その時、押出合金は、ライナーの下側よりも上側で僅かながら流れが速くなる。多孔ダイスでは、上部孔からのランアウトテーブルでの押出材長さが、下部孔からよりも長くなる。そして、プラーにかかる不均一な張力が、製品の寸法問題を起こすことになる。

クイック リスpons QR コンテナ

熱要求への応答に要する時間は、温度センサーとヒートソースとの間の距離に直接比例をする。現在のクイック・リスpons・コンテナでは、温度センサーをライナーの近くに位置させている。カートリッジヒーターも、従来からのほとんどのコンテナのようにダイア部中心ではなく、センサーの近くに設置した。この目的は、タイヤではなくライナーを加熱すること、従って、押出合金がダイスに流入する際、ビレットの温度を安定して保つことにある。ダブル熱電対がライナーとヒーター温度を同時にモニターする。(Fig.2)

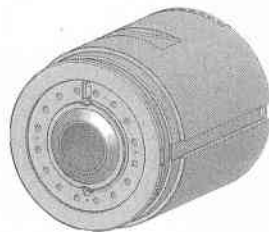


Fig.2 QR コンテナ
(ダイス側)

【利点】

- 必要量に制御された熱が、タイヤにではなくライナーに集中されるので、必要エネルギーコストが通常、50%かそれ以上節減される。
- 縦方向の制御ゾーンによって、ライナーのダイス側縦方向の温度差を解消する。
- 長手軸方向の制御ゾーンによって、ビレットを漸進的にアップセットし、等温押出を容易にする。
- 多孔ダイスでの上側孔と下側孔からの、ランアウトテーブル上の押出長さの違いはほとんどなくなる。
- 生産ロット完了前に交換しなければならない、押出中止によるダイスは減少する。

ユーザーから実証された投資回収 (ROI)

生産工程でのQR (クイック・リスpons) コンテナの利点から利益を得るに対して、どんな押出メーカーからも「本当に得られるのですか？」との質問が明らかにある。答えは、ほとんどの押出メーカーに対して「イエス」である。

QR コンテナでは、温度制御がタイヤよりもライナーに集中されるので、使用されるエネルギーは、従来のコンテナに対するよりも少なくとも50%以下である。最近、ヨーロッパの大手押出メーカーが、4種の異なるサイズのQR コンテナの使用実績に基づく投資効果を詳細に計算した。

計算に使用されたファクター：24時間/日、7日/週、365日操業ベースの年当たりエネルギーコスト；ライナーの寿命予測と年当たりライナー交換コスト；タイヤの寿命と年当たりコスト；制御システムコスト；年当たり押出中止コスト及び25%低減したと仮定しての節減額。

QR コンテナが設置された場合の計算上の投資回収 (ROI)：7"-1.3年、8"-0.94年、9"-0.92年、10"-1.32年。

エクspandingダミーブロック

エクspanding・フィックスド・ダミーブロックの機能は、最初は直進方向にみえる。軟化した押出合金をダイスより押出すのは、ラムとステムの延長部である。これが主目的であるが、最大の生産性を得ようとするなら、現在の効果的なエクspandingダミーブロックにはさらに多くの利点が付加される。(Fig.3)

【利点】

- スクラップを減少する。
- 計画外非稼動時間を減少する。
- 押出速度を改善する。
- 負荷荷重のもとで

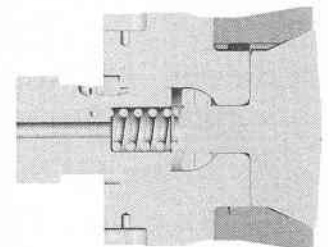


Fig.3 3ピースのエクspanding・ダミーブロック

即座に拡大して、コンテナ壁との間を確実にシー
ルし、ライナー内面上に薄い押出合金膜を残す。

- ・押出ストローク終了時、ピレットからきれいに分離する。
- ・直ちに収縮し、ライナーから押出合金膜を剥がすことなくコンテナ内を戻って行く。
- ・ブリストアの原因となるエアを留めない。
- ・わずかなプレス芯違いに順応する。
- ・取り外しと交換が、迅速、容易にできる。

ユーザーから実証された結果—歩留の改善

日本の押出メーカーが、押出サイクル終了後確実に収縮するためのスプリングを持つ、エクспанディング・ダミーブロックに変更した時、ラム速度がより安定化した。バイヨネットタイプ結合なので、ダミーブロックを交換する非稼働時間も減少した。しかし、最も明白な利点は、エアの閉じ込めで発生していたブリストアに起因するスクラップロスにあった。

月当たり約 4,500トンの平均生産量に対して、歩留まりは安定して平均 84.2%だったが、ダミーブロックを変更後、歩留まりは 84.6%に改善し、月当たり 180トンのアルミ節約となった。

押出ロット未完了

多くの押出メーカーが共有している問題に、生産ロットが完了する前にダイス交換をしなければならぬ計画外の非稼働時間がある。普通、“押出中止”（注：英語原語=Knockoffs）とされているが、これには多くのファクターが原因している。

この発生頻度は、シングル・セルダイス加熱炉、QR コンテナ、エクспанディング・ダミーブロックの採用で、大きく減少するか、無くなるのが実証された。それぞれも生産性の改善に寄与するが、これら相互作用のある3つのコンポーネントを組み合わせると、これまで避けることはできないとされてきた多くのコストに関わる問題の撲滅が可能になる。

将来のダイス

今日、力点を置くべきは、より良いダイスへの設計や製作にではなく、押出の瞬間にある。ダイスを支援し実績を高めるコンポーネントを上手に使用して、現在入手可能な優れたダイスの機能を改善することにある。

将来、スーパー押出メーカーが生産システムのコンポーネントすべてにおいて、効率の最大化にアプローチしようとする時、力点は再びダイスに立ち帰る。その際、サポートをするコンポーネントからの効率が最大ではないと仮定するような制約をせずに、押出の瞬間を改善するダイスの設計に挑戦することにある。

現在、精度の優れた多軸 CNC マシンの支援で、ダイスメーカーは高い信頼性のある安定したダイスを、繰り返し製作することが可能である。これで生産前の試作や修正への必要性が減少する。将来のダイスは、単にラム速度を上げることが可能な、メタルの入り側を大きく空けたダイスではない。ホローダイスへのより大きなエントリーポートや薄いブリッジ幅の出現は、押出圧力を低下させ、ピレット温度を低くし、押出速度を上げた。しかし、ポート孔の外接円径をコンテナライナー内径に近づけ大きくしていくと、ピレット表皮がダイスに流入して押出材表面不良に起因するリスクがある。ダイスメーカーは、押出性や生産性のみならず、押出製品の表面にも設計の影響があると認識している。

将来の完全なダイスは、メタルフローへの理解と制御改善を通して、押出圧力を下げ、増しつつある厳しい市場要求のタイトな許容差に応え、表面状態の問題を排除し、生産性を改善することになるだろう。優れた操業をしている押出工場の最大生産性は何なのか、を推定する方法はない。決して到達はしないと考える。しかし、押出の瞬間の知識を増やし、不可能なゴールへ到達する努力を続けていく限り、結果として生産性は向上すると確信する。