



金型製作における環境対応と収益向上の両立

Achieving both environmental friendliness and improved profitability in press die making

技術紹介

石塚 英俊 神谷 俊治

Abstract

In line with the environmental policies of the Yamaha Motor group, Yamaha Motor Engineering Co., Ltd. (hereafter “the Company”) has adopted an environmental policy that calls for us to “Help contribute to the preservation and betterment of the world environment by working proactively to constantly improve the quality of our corporate activities in all areas and aspects and to develop technologies, products and services that contribute to improvement of the environment.”

We believe that press die technology is one of the areas where we can contribute to the reduction of energy use (environmental improvement) through concerted efforts to reduce press die weight and improving “yield rate” (the ratio of the total weight of raw material used in manufacturing to the actual weight of the finished product). In this report we discuss our efforts in the area of press die technology development aimed at improving both environmental performance and profitability.

1 はじめに

ヤマハモーターエンジニアリング株式会社(以下、当社)では、ヤマハ発動機グループの地球環境方針を受けて、『地球環境の保全や環境レベルの改善につながるよう、各業務要素の質を常に高めていく活動を行い、環境改善に貢献する技術・製品の開発とサービスに努める』事を環境活動方針として宣言している。

金型技術においても、金型の重量削減や歩留り(製品になる部分の重量を材料の重量で割った数値)の改善活動を行うことにより、使用エネルギーの削減(環境改善)に貢献できるものと考えている。本稿では、環境改善活動と収益向上を考慮しつつ実施された、金型技術開発への取り組みを紹介する。

2 金型重量削減

金型重量(金型に使用する材料)を削減するため、仕込み重量を削減(材料サイズを小さく)し、金型の材料をセットする面積を小さくすることで、金型全体の大きさをコンパクトに設計・製作することは可能である。しかし、材料の大きさをできる限り調整したとしても、プレス機械の制約上(クッションピンの大きさ・レイアウト)ある一定の範囲内では金型サイズ(重量)を抑えることはできなかった。今回、金型重量を削減することは間接的ではあるが、初期段階で使用されるエネルギーの削減にもなり環境改善に繋がるものと考え活動を行った。

2-1. 材料サイズ縮小での金型軽量化

過去、材料サイズの検討が可能な成形シミュレーションが

実用化されるまでは、製品の絞り(成形)方向での断面周長を図面(3D-CADなど)から算出し(推定)材料サイズを求めていた。その材料サイズに対し金型は、過去の経験からある程度余裕を持たせた設計を行うため、必要以上の金型サイズとなっていた。また、実機で材料サイズを詰めていったとしても金型は完成しているため、材料サイズ削減(仕込み材料低減)による金型重量削減を反映することは困難であった。

絞り型のブランクホルダー(上型との間で材料を挟み込む部位)に圧力を伝えるクッションピンの配置は、格子状に設定された部分をポンチ(下型で製品形状となる凸型)の大きさに合った位置で使用するため、数%の歩留り改善ではプレス金型の重量低減に限界がある。材料サイズを数ミリ単位で調整し歩留りの改善を行っても、ある一定の範囲内では金型の重量を削減することが不可能となっている。(図1)

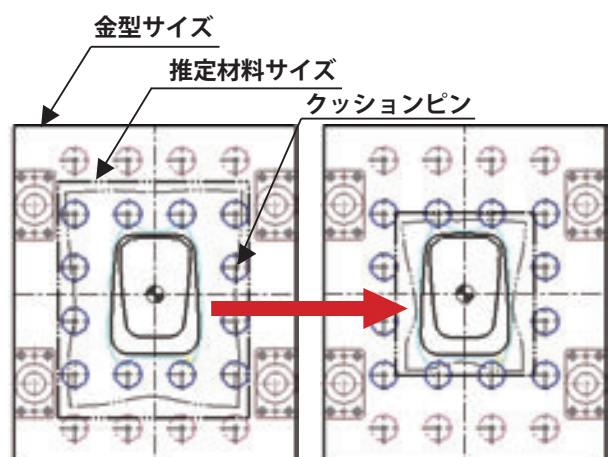


図1 クッションピンのレイアウトで金型の大きさがほぼ決まる

今回、『絞りフランジ残り量の判断基準の見直し』と『成形シミュレーション実施』の結果をもとに、従来の金型設計基準を変更することで、金型サイズの縮小(金型軽量化)が可能となった。

2-2. 構造解析を利用した金型設計

金型製作では金型(鋳物)の重量を低減するために『鋳抜き』を行い、その部分を補強するための『補強リブ』を設定している。従来の金型設計では、全ての金型に同じ標準寸法(補強リブの大きさ(厚さ・太さ))で設計を行い、どのような大きさの製品(金型)でも同じ値で製作していた。製品の大きさによる成形時に発生する応力や歪みは異なっているため、全ての金型の補強リブを同じ寸法で製作する必要は無いと考え、当社のCAE実験部のCAEグループに構造解析を依頼し、その結果(図2)から製品形状に適した補強リブの寸法やレイアウトを導き出すことで、更なる金型の軽量化を行うことができた。(図3)

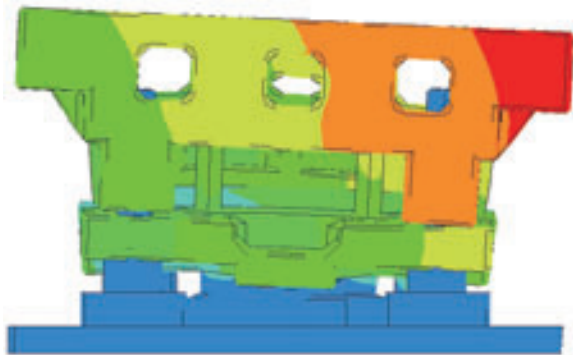


図2 構造解析での金型歪み確認

3 収益向上

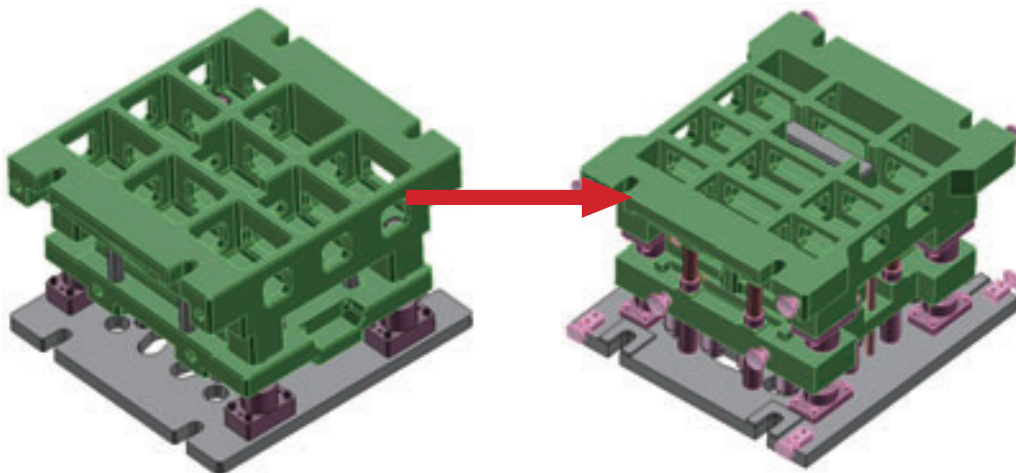
一方、ヤマハ発動機の二輪車開発傾向は、国内での開発モデルが減少傾向にある反面、アセアン地域向けにはFIモデルの導入にともない開発モデル数が増加している。特にインドネシアでは今後も大幅な生産拡大が予想されており、材料重量の削減による環境対策やコスト削減への取り組みも大きな効果に繋がるものと考えている。

3-1. 材料費削減

燃料タンクコンプリート全重量に占める今回の対象金型の製品重量比率は、約96%となっている。アセアン諸国で生産されるFI用のタンク材料は、日本で製造された特殊材を採用していることもあり、コスト構成比に占める材料費の割合が非常に大きい。したがってこの材料の重量を減らすことが、コストダウンに大きく貢献することになる。

材料費の算出基準はプレス加工を行う前の材料の重量に材料単価を乗じたもので、材料重量をいかにして軽減するかがコストを左右することになる。そのため、歩留りを上げることが重要で、この数値を上げれば上げるほど、スクラップとなる材料が削減される(スクラップと言っても再び材料にリサイクルされる)のである。この歩留りを改善することが資源の有効利用や製鉄(リサイクル含め)時のエネルギー量削減に繋がりと、結果として環境負荷の低減が計られるものと考えている。

また、歩留りを良くする形状造りや、製品板厚の見直しによる重量削減(仕込み重量削減、軽量化による燃費向上)、その他に材料の機械的強度を上げつつ材料の伸びを押さえた材料(以下、グレードダウン材)の使用が可能な形状の作りこみも重要である。

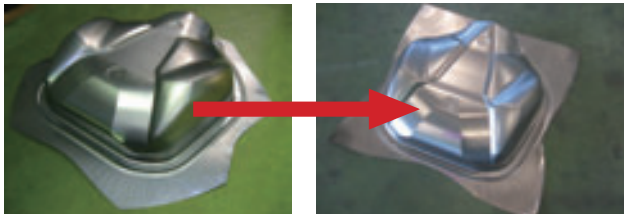


従来の金型設計

軽量化した金型設計

図3 構造解析結果を金型へ反映

国内生産ではプレス成形段階での材料の流れ込みを容易にするため、使用する材料にコーナーカットを設定することがある。しかし海外では、材料にコーナーカットを行うことがコスト増の要因となるため、コーナーカット無しでもプレス成形が可能な形状造りや製造方法の検討が要望されている。(図4)



コーナーカット有り コーナーカット無し

図4 コーナーカット有無での成形

3-2. 仕込み重量低減

プレス成形に必要な材料サイズは、プレス成形時の板厚減少を除けば絞り(成形)方向での製品縦横の最大断面周長でほぼ決まり、プレストライを経て最終材料形状を決定している。ここでは、各断面の周長差を極力少なくすることにより、製品として不要な部分(スクラップとなる部分)を削減することができる。今回、製品設計時にタンク形状を見直し断面周長差を極力無くす形状に作り込むことで、通常65%の歩留りが、75%まで改善することができた。(図5)

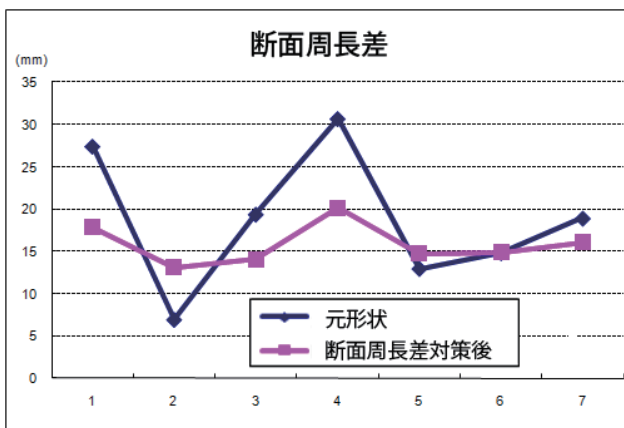
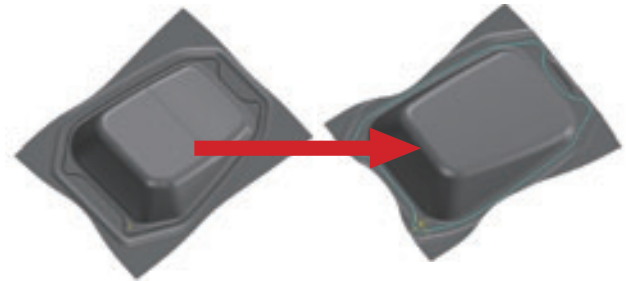


図5 断面周長差

プレス絞り(成形)は、上型(製品形状となる凹型)とプランクホルダー(前述)と呼ばれる部分で材料を挟み込み、プランクホルダー側に一定の圧力を加え加工が行われる。しかし、材料全体に加わる力が一定となると、ある部分ではシワが発生し、ある部分では板厚減少してしまうという相反する現象が発生する可能性が高くなる。このため材料の流入をコントロールする『絞り(材料押さえ)ビード』を設定している。この絞りビードによるフランジ(ここでのフランジは製品となる部分

ではなく、絞り後の材料端を指す)残りの判断基準を見直すことで、材料寸法を極力抑えることが可能となり、さらに歩留りを78%まで改善することができた。(図6)



元形状 旧判断基準 対策形状 新判断基準

図6 歩留まり改善検討

十数年前までこの活動は実際の金型が製作された後に、試作から生産までの期間に労力を費やし、トライを繰り返しながら材料や製品の最終形状を決定してきた。近年では成形シミュレーションでの事前検証を行っており、製品計画段階から形状造り(提案)や製造方案の計画が行われるようになっている。これらを実現させるためには、成形シミュレーションによる形状の造り込みが非常に重要な役割をもっている。

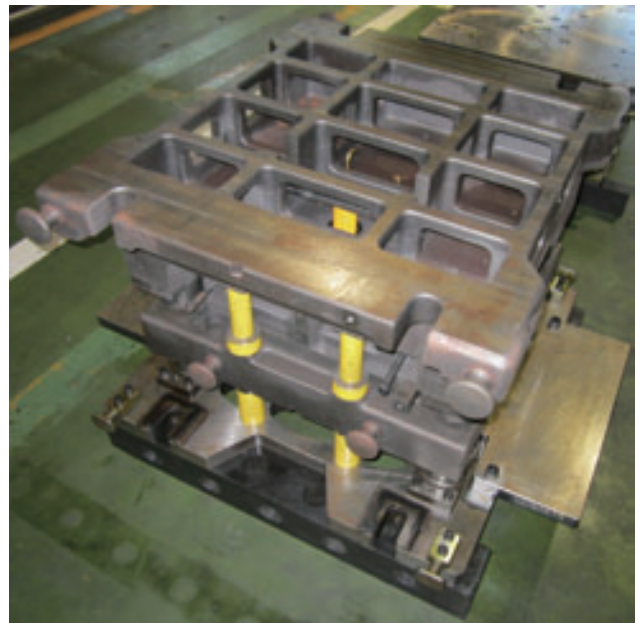


図7 今回の取り組みを織り込んで製作した金型

4 おわりに

今回の取り組みの結果、金型設計基準の見直し及び補強リブの見直しで金型(ドロー型)重量は10%の削減、ドロー(絞り)工程後のフランジ残り寸法見直し及び板厚変更による仕

込み材料費は22%の削減が達成できた。

また、今回の活動で製品軽量化による燃費向上や、グレードダウン材の使用によるコストダウン及び歩留り向上による材料の有効利用(スクラップ量の削減)など、非常に有効な効果を得ることができた。当社では、今後も環境対応と収益向上を両立させた活動を継続していく所存である。

■著者



石塚 英俊

Hidetoshi Ishizuka

ヤマハモーター
エンジニアリング株式会社
生産技術部



神谷 俊治

Shunji Kamiya

ヤマハモーター
エンジニアリング株式会社
生産技術部