

簡易金型の製造技術に関する共同研究

重光和夫*・池島裕二**・梶原健**

*生産技術部・** (株) ホンダ

Process of Manufacture of Metal Resin Mold for Injection Molding

Kazuo SHIGEMITSU*・Yuji IKESHIMA**・Ken KAJIWARA**

*Production Engineering Division・**POND corp.

要旨

年間 2,000 個程度の中量生産を行うために、射出成形用簡易金型（樹脂型）の製造方法について検討を行い、電子機器の容器をマスターモデルにした型の試作を行った。その結果、補強等のための細いリブを有するマスターモデルでは、脱型の際にマスターモデルを破損するケースが多く、また、加工に際しては、ドライ切削では粉塵が多量に舞うこと、1回の切り込み量を大きくとると、エンドミルがワークから離れる箇所のカケを生じるため、金属を切削するときよりも遙かに切り込み量を落として加工しないといけないことが分かった。

1. はじめに

自動車のドレスアップパーツは、一般的に、FRP 等を原材料に用いて全て手作りで製作されている。従来は、個別注文が主体であったため、1つずつ製作すればよかったが、最近では、最大の顧客であるオートボックス等の大規模車用品専門店が、ある程度注文が貯まってから一括発注する傾向にあり、メーカーは、射出成型等による中量生産を迫られている。また、現存数がほとんど無くなった古い商品のレプリカあるいは当時のデザインを模した製品を製作する場合や、自動車のドレスアップパーツ同様の流通量が非常に少ない商品を製作する業界なども同様な問題解決を迫られている。

この問題の解決する一般的な方法は、射出成型のような、金型による大量生産手法を用いることである。射出成型等大量生産を行うための金型は、一般的に高価であり、また、耐久成型数も数十万個で、この種の製品を製造する能力としては高すぎる。2002 年から 2004 年間の単一車種毎の年間最多販売台数の推移^{(1),(2)}を Table 1 に示す。

単一車種別に見る最多販売台数は、年間 20 万台前後で推移しており、ドレスアップパーツという商品の特性や

市場シェア等を考慮すれば、せいぜい年間 2,000 個程度製造できれば十分である。にもかかわらず、他の良好な解決手法が無いために、金型による大量生産手法を用いられないのが現状である。

そこで、これらのメーカーでは、製造原価の安い中国や東南アジアのメーカーに製造委託する傾向にあるが、最低ロット数が決められている等の制約があるうえ、製品サイクルが短い自動車のドレスアップパーツの場合には、検査のための渡航回数も多くなり、そのための人材確保もままならない中小企業にとっては大きな負担となる上、言葉の壁も大きい。

これらの結果を見ても分かるように、人件費の安い中国・韓国や東南アジア諸国の金型技術の向上により、大量生産品の製造コストでは太刀打ちできない状況にあり、これらの国々の製品と競い合うためには、顧客のニーズにきめ細かく対応できるよう、より高品質で少量多品種な製品を安価に製造する必要がでてきた。

2. 目的

これらの問題を解決する技術として簡易金型（樹脂型）がある。成型用金型材料の性能比較を Table 2 に示す。

メタルレジン（アルミニウム等の金属微粉末を混ぜたエポキシ樹脂）を型材料とする樹脂型は、金属金型に比べ強度で劣り、高い射出圧力に耐えることができないので、ショット数が稼げない反面、安価に製造できることから、少量多品種の射出成形や試作に適した型であるが、国内においても実用化している企業は極少数であり、県内には無い。

Table 1 年間最多販売台数の推移

年	普通自動車		軽自動車	
	最多販売台数	車種名	最多販売台数	車種名
2002	250,789	フィット	159,891	ワゴン R
2003	182,285	フィット	187,545	ムーヴ
2004	149,503	フィット	211,929	ワゴン R

Table 2 成型用金型材料の性能比較⁽³⁾

		メタルレジン	アルミニウム	鉄
成型圧力	MPa	54	59	69
耐久成型数	ショット	~2,000	~10,000	~300,000
硬さ	HRC	112	40	60
曲げ強さ	MPa	118	195	490
引張強さ	N/mm ²	66	230	690
圧縮強さ	N/mm ²	255	—	—
熱伝導率	W/(m・K)	1.42	138	52
線膨張係数	×10 ⁻⁶ /°C	30~35	23	12

本研究では、メタルレジン成型材料とした簡易金型の製造技術を確立することを目的とする。

3. 樹脂型の特徴

樹脂型は、入れ子型として、比較的小さな製品用に用いられるのが一般的であるが、金属バックアップ等により、自動車バンパーなどの大型成型品の製作も可能となる。また、製作が容易である特徴を生かせば、金型では対応が困難な小ロット品や、1個ずつ手作りで製作していた製品の量産化への移行もスムーズに行えるなどのメリットがある。樹脂型の主な特徴を以下に示す。

1. マスターモデルからの直接転写なので、形状寸法や表面性状の再現性に優れている
2. 従来に比べ1/2~1/3の製作コスト
3. 従来型より短期間で製作できる
4. 型の設計変更・補修が容易である
5. 既存の金型が破損または廃却された場合でも、マスターになるモデルがあれば補充が簡単にできる
6. マスターモデルの材質・形状に制約がないため、特殊な形状品のプラスチック化に利用可能
7. 設備費が小さい
8. 金属金型と比べ、成型サイクルが長くなる
9. 型製作時にマスターモデルが破損する場合がある

4. 製造方法

樹脂型の原材料であるメタルレジンには、硬化に伴う収縮がほとんど無く、常温で1次硬化できるので、マスターモデルの材質は、木・プラスチック・粘土・石膏・ゴムなど、作りやすさを考慮した多様な選択が可能である。メタルレジンの特徴を以下に示す。

- ・金属粉充填量 75重量% (60容量%)
- ・混合比(重量) 100(主剤):6.8(硬化剤)
- ・可使時間 25°Cで1時間(40°Cで30分)
- ・1次硬化時間 25°C×12時間+60°C×3時間
- ・2次硬化時間 150°C(6時間)

- ・硬化収縮率 1次硬化後:0.10%(収縮)
2次硬化後:0.12%(膨張)

アルミニウム微粉を高充填したにもかかわらず、主剤と硬化剤の混合液は室温で流動し、加熱することなく脱泡・注型が可能である。また、Table 3に示すように、主剤/硬化剤の配合ブレによる物性変化も小さい。

Table 3 主剤/硬化剤の配合ブレによる物性変化

硬化剤配合量	倍	0.5	1.0	1.5	2.0
曲げ強さ	kg/cm ²	1,000	1,200	1,200	1,250
曲げ弾性率	kg/cm ²	140,000	130,000	120,000	100,000
ガラス転移点	°C	190	175	170	140
熱膨張率	×10 ⁻⁶	35	35	35	35

次に、樹脂型の製作工程を示す。

- ① マスターモデルの製作
- ② 見切り(パーティングライン)の設定
- ③ モデルのセット
- ④ 型枠のセット
- ⑤ 離型処理
- ⑥ 冷却パイプのセット
- ⑦ 注型
- ⑧ 硬化・脱型
- ⑨ 端面切削加工, ゲートや突き出し穴加工

細かいリブなどは射出圧力に耐えることができないため、熱膨張率の近い金属で製作する。脱型の際には、型の破損を防ぐため、予め、せり上げボルトを用意するなどの工夫が必要である。マスターモデルは破損することが多いので、破損したくない場合は、捨て型により、マスターモデルをシリコンゴムなどに転換する方法もある。

5. 結果

5.1 樹脂模型の試作

試作した樹脂型をFig.1に示す。

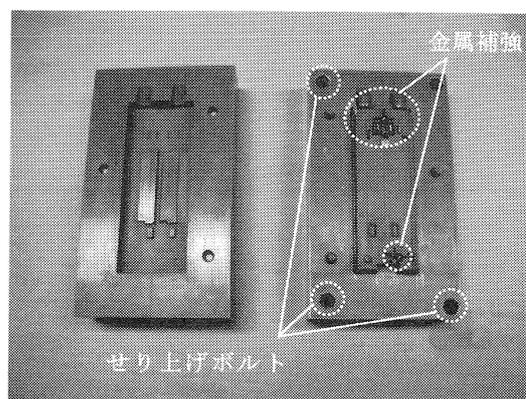


Fig.1 試作した樹脂型

試作した樹脂型の1次硬化は60℃で6時間、2次硬化は150℃で6時間保持した。パーティング面はアクリル板をくり抜いて製作し、隙間は粘土で埋めている。また、細いリブとなる部分は真鍮により製作した。

5.2 機械加工

本研究では、既存の入れ子型に合わせるために、機械加工を行った。切り込み量を1mm以上とった場合、工具がワークから離れる際にカケを生じた。発生したカケをFig.2に示す。

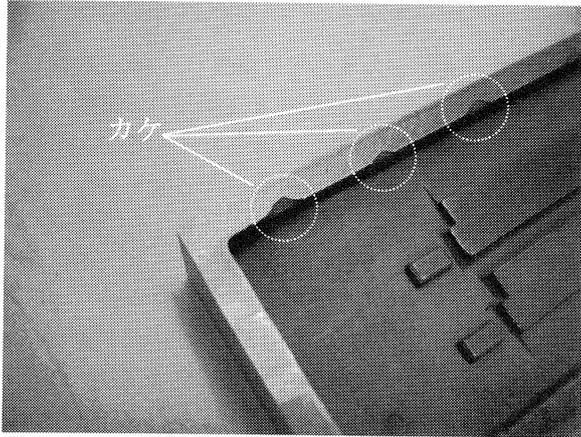


Fig.2 発生したカケ

また、今回の切削はドライで行ったが（純アルミニウム粉末が高充填されているため、水溶性の切削液は用いることができない）、切削の際には、切り込み量に関わらず、微細な切削粉が舞飛ぶので、粉塵対策は欠かせない。

6. おわりに

射出成形用簡易金型（樹脂型）の製造方法について検討を行った。その結果、補強等のための細いリブを有するマスターモデルでは、脱型の際にマスターモデルを破損するケースが多く、また、加工に際しては、ドライ切削では粉塵が多量に舞うこと、1回の切り込み量を大きくとると、エンドミルがワークから離れる箇所にカケを生じるため、金属を切削するときよりも遙かに切り込み量を落として加工しないといけないことが分かった。

参考文献

- (1) (社)日本自動車販売協会連合会
- (2) (社)全国軽自動車協会連合会
- (3) 石川淳夫、筒井隆夫：プラスチック成型技術、第8巻第10号(1996)別冊