

設計・開発者のための

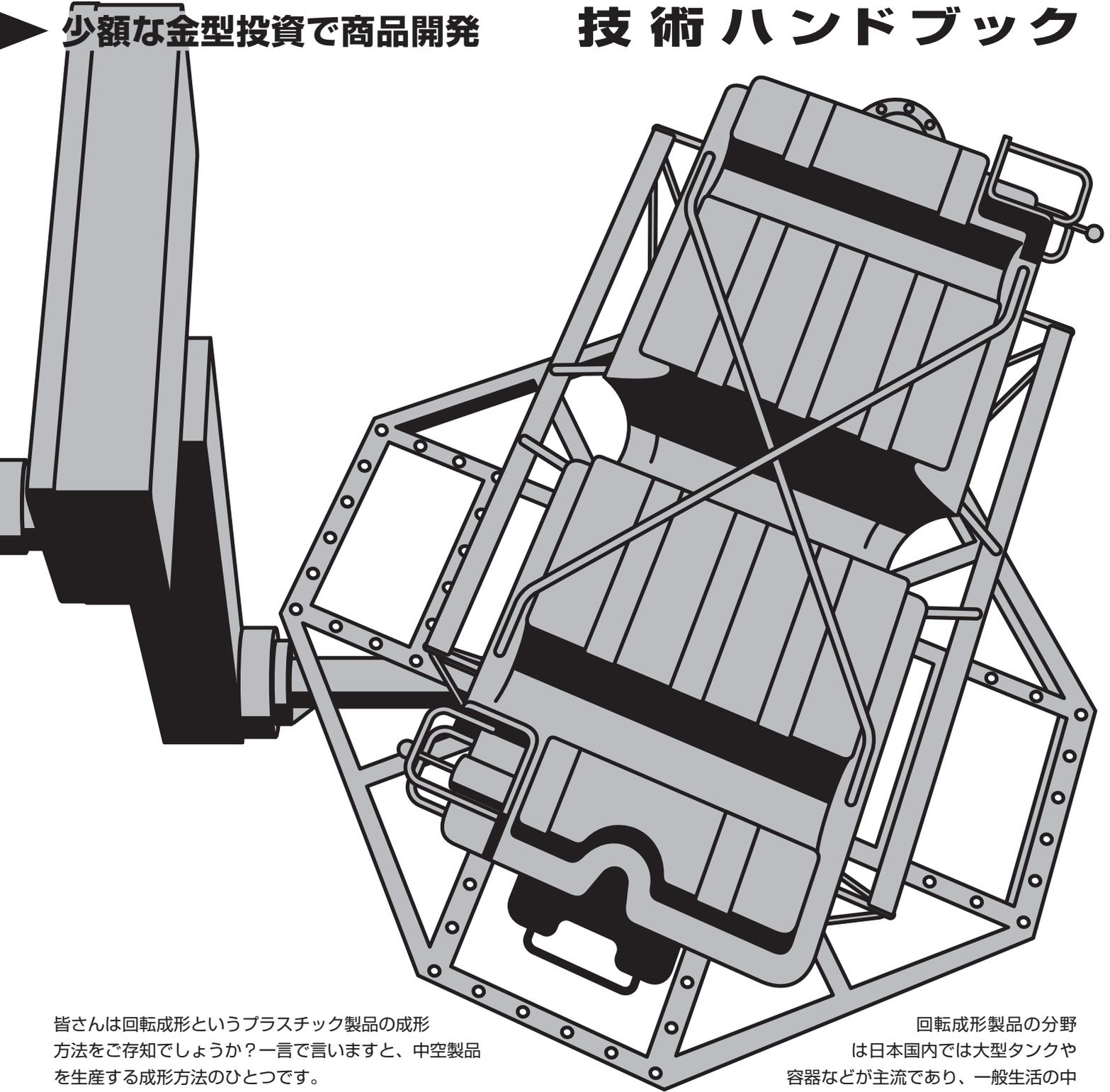
回転成形

技術ハンドブック

▶ 最大7mまでの大型中空成形

▶ 複雑な形状も自在に対応

▶ 少額な金型投資で商品開発



皆さんは回転成形というプラスチック製品の成形方法をご存知でしょうか？一言で言いますと、中空製品を生産する成形方法のひとつです。

中空製品の成形方法と言いますと、国内ではブロー成形が一般的です。しかしブロー成形で生産できる製品の大きさには制約があり、金型費用も高額なため、確実な継続性を持った商品で無い限り、気軽に製品を企画できないのが実状です。

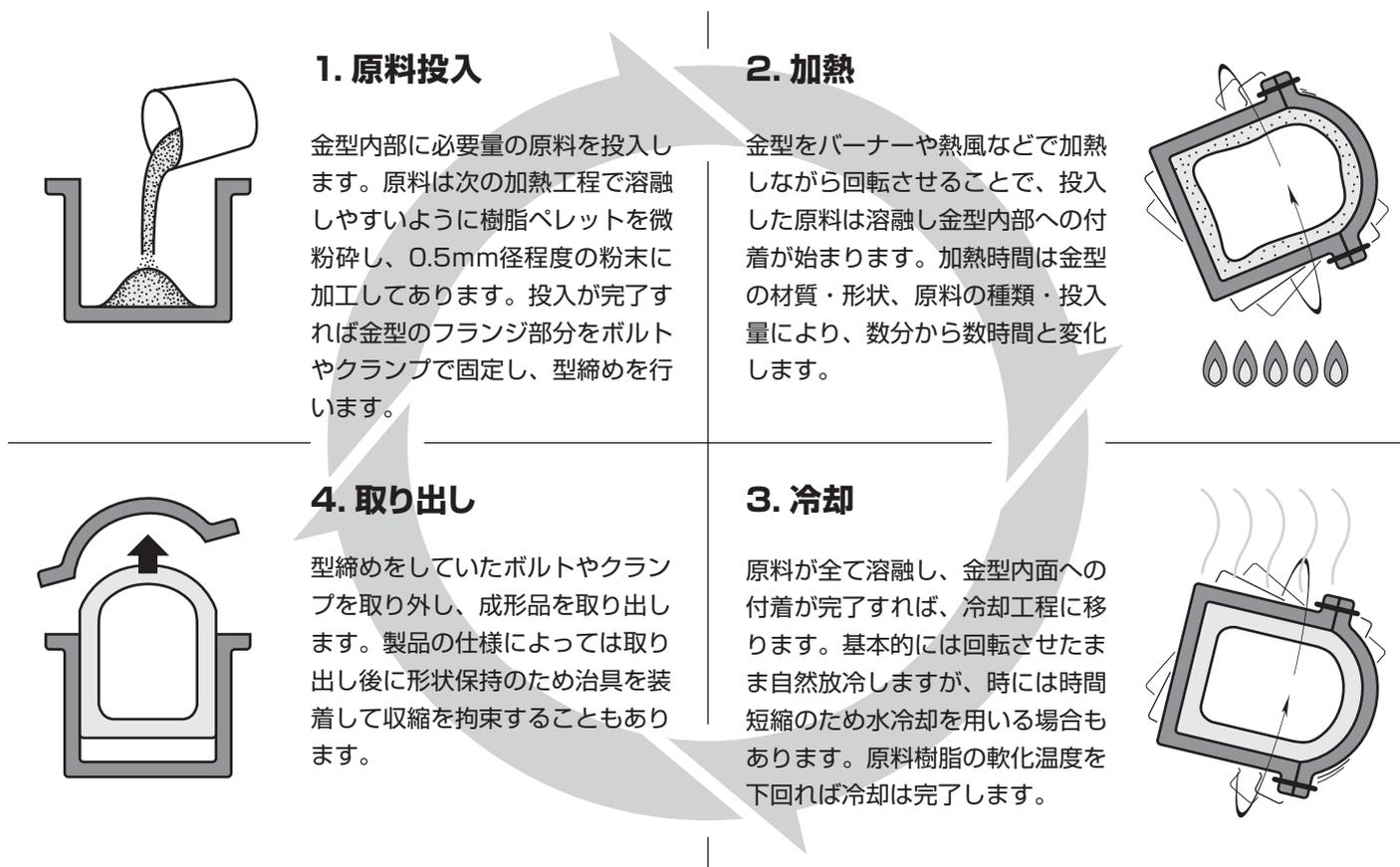
その点、回転成形は小ロット・多品種を得意とし、大きなものや意匠性の自由度が高いものまで、少額な金型投資で製品化できることから、近年改めて注目されている成形方法です。

回転成形製品の分野は日本国内では大型タンクや容器などが主流であり、一般生活の中であまり目にすることはありませんが、欧米諸国では、家具、玩具・遊具、道路安全備品、自動車部品など、その活用範囲は多岐に渡っています。

このハンドブックは、主に製品の設計・開発に携わっておられる方々を対象に、回転成形についての理解を深めて頂き、日々の開発業務にお役立て頂けることを目的としております。これを機に、回転成形を皆様のモノづくりのレパートリーの一つとして加えて頂くことができれば幸いです。

≫ 回転成形のプロセス

まず始めに、回転成形の基本的な原理からご説明します。成形のプロセスは以下の4つに分けられます。



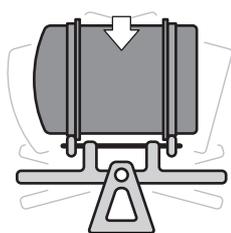
≫ 回転成形機の種類

成形機は金型の回転方式と加熱方式の組み合わせにより様々な種類があり、製品形状により成形機を使い分けます。

回転方式

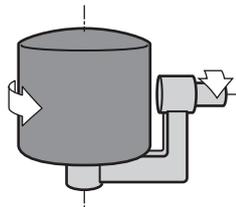
一軸回転 + 揺動運動

振り子状に左右に大きく揺れる台の上で金型が回転します。構造が単純なため、設備や金型を大型化することが比較的容易で、単純形状や長尺、大容量の成形に適しています。



二軸回転

二軸運動により、金型を惑星運動させます。複雑な動きをしますので、搭載できる金型のサイズには限界がありますが、凹凸の多い非対称の複雑な形状を成形することができます。



加熱方式

直火式

金型をバーナーなどで直接加熱します。一見単純なようですが、局部的な肉厚化や多彩な成形アレンジが可能です。

熱風循環オープン式

オープンの中に金型を入れて加熱します。管理された成形条件下での安定成形を得意としますが、成形アレンジのレパートリーとしては制約も多く、大量生産向けといえます。

媒体循環式

オイルなどの熱媒体を直接金型に循環させて加熱します。加熱・冷却効率に優れ、細かい温度制御ができるので、より条件のシビアな樹脂も扱えるようになって来ました。

呼称	加熱方式	回転方式	搭載型数	備考
ロックンロール	直火	1軸回転 + 揺動	1	長さ約4mまで、直径約3mまで、容量約2万L程度。単純形状向き。
ロッキングオープン	熱風循環オープン	1軸回転 + 揺動	1	長さ約7mまで、直径約3.3mまで、容量約5万L程度。単純形状向き。
シャトル	熱風循環オープン	2軸回転	2	最大対角約2.4mまで。凸凹多い非対称形向き。
インディペンデントアーム	熱風循環オープン	2軸回転	4	最大対角約1.5mまで。凸凹多い非対称形、量産向き。
オイルジャケット	媒体循環	2軸回転	1	最大対角約500mmまで。凸凹多い非対称形、高い難易度の樹脂向き。



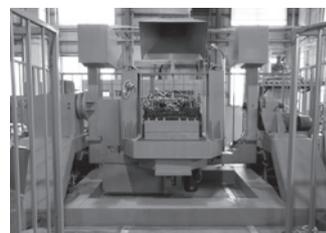
ロックンロール直火



シャトル



インディペンデントアーム



オイルジャケット

》 回転成形の7つのメリット

自由度の高いデザイン

金型自体を回転させることにより原料が隅々まで行き渡りますので、複雑な形状でも成形が可能です。また、機械動作によるピンやイジェクトを持たないため、凹凸や起伏の多い形状にも対応できます。

大型中空成形が可能

設備や金型の構造が簡単のため、製品を大型化することが容易です。使用する金型や成形機の種類にもよりますが、最大で全長7メートルもの大型成形が可能です。

小ロット・多品種への対応が容易

ここに紹介するのは極端な例ですが、他の成形法ではロットが大きくなったり、時には金型の再製作で莫大な費用が掛かるようなケースでも、回転成形なら大丈夫です。

「〇〇本の注文をしたいが、1本だけ別の色にしたい。」

「人が座る場所に強度が必要。部分的に肉厚にしたい。」

「イメージより重かった。全体に肉厚を薄くしたい。」

特徴的な肉厚分布と高い耐衝撃性

成形時に原料の滞留時間が長い箇所、すなわちコーナーや稜線部分は肉厚になります。これは、ブロー成形とは正反対の特徴で、構造強度面において有利な点といえます。また、他の成形法のように、成形時に圧力をかけることがないため、残留応力も極端に少なく耐衝撃性も向上します。

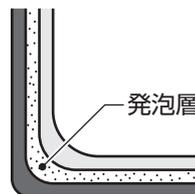
金型が安く早く作れる

主として回転成形に用いられる板金金型は2.3mm厚の鋼板の溶接により形状が構成されているため、加工性に優れ、切削のロスによる材料費が掛からない分安く、しかも早く製作できます。



多層化による高機能化が図れる

異なる種類の樹脂や顔料・添加剤を配合した原料を成形途中で投入することにより多層成形が可能です。製品外面と内面の色が異なる二色成形や発泡剤を配合した原料を中間層とする発泡三重層成形（右図）などがその代表例で、単層品では得られない外観や機能性を付加できます。



ネジ類や補強パーツのインサート成形が可能

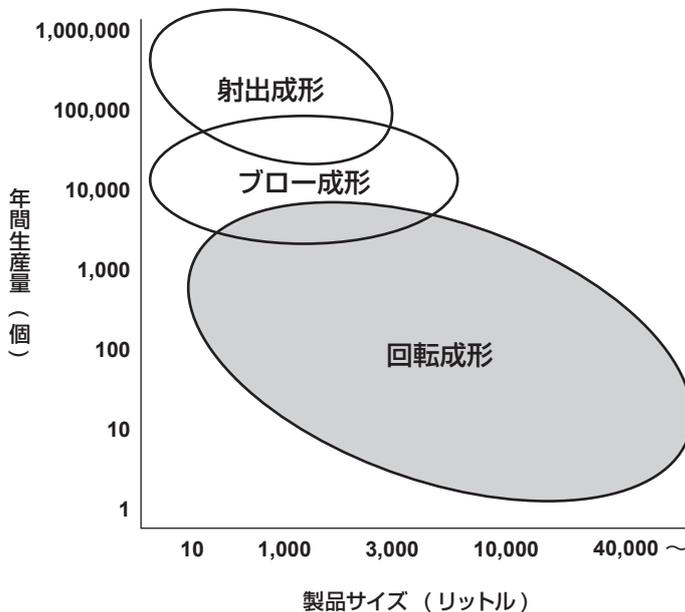
射出成形やブロー成形などと同様に部品を組み込んだインサート成形を得意とし、かなり大型のアングル補強部品などを装着することも可能です。（写真は金型内に仕込まれたインサートナット）



	回転成形	ブロー成形	射出成形
強度	◎	○	○
形状複雑性	◎	○	○
大型製品の成形	◎	○	△
小ロット・多品種	◎	×	×
肉厚均一性	○	○	◎
安価な金型投資	◎	○	×
複雑なインサート	◎	○	△
アンダーカット	◎	○	△
穴の開いた部品	◎	×	×

◎ 優れる ○ 普通（ブローを基準） △ 劣る × 不適切

原料：ポリエチレン



》製品例

回転成形の特徴を活かした製品は、以下のような展開がなされています。

家具類

屋内外の大型テーブル・ベンチなど、
意匠性を重視したデザイン家具

家庭用品

ペットハウス、郵便受け、
テラコッタ調に代表されるプランター類

収納・備蓄用品

楽器等の保護ケース、梱包・輸送ボックス、
工業&農業用タンク、大型容器、雨水タンク

照明・看板灯

街路灯のグローブ、
サインボード、交通安全機材

玩具・遊具

公園のユニット遊具・滑り台、
室内玩具（滑り台、プレイハウス）、カヌー

医療・福祉用品

医療用備品のカート、
介護用バスタブ、救命担架

車両関連

運送ボックス、保冷車ユニット、小型車両のボディ
燃料タンク、作動油タンク、排気ダクト

小型ブース

移動可能な店舗ユニット、
アーケードゲームのブース、簡易トイレ

回転成形業界の更なる発展を目指して、メーカーとその関連技術者、工業デザイナーなどを中心とする各種協会が世界の各エリアで活発な活動を見せつつあります。

そのアプローチの一つとしてイタリアの AISR という団体が主催したデザインコンペに応募された作品には回転成形の特徴を活かした「これからの柔軟な可能性」を示唆する作品が多数見られます。

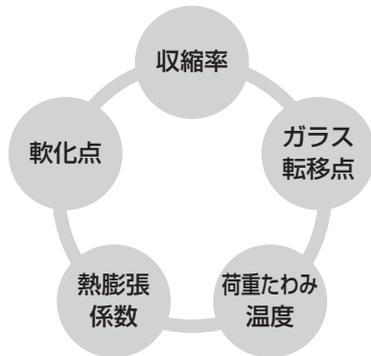
AISR のホームページ

<http://www.rotationaldesign.org/>



製品設計ガイドライン

プラスチックは熱可塑性樹脂と呼ばれる通り、熱 = 温度に対して特定の依存性を持っています。以下に示す5つは、製品設計段階において、形状や寸法・物性を左右する大変重要なファクターとなります。



一例をあげますと、回転成形によく使用されるポリエチレンの収縮率は一般に3%といわれていますが、実際には樹脂の密度、形状、拘束箇所により大きく左右され、2.5%~3.5%程度の幅広い範囲で、寸法収縮は発生します。金型寸法は製品寸法に予想される収縮率を加味して決められます。

このような条件を計算に入れながら、希望する形状・特性を発現できる技術が、回転成形メーカーの設計ノウハウとなります。

製品設計の詳細については、回転成形メーカーとの協議が必要になりますが、ここでは大まかな目安を右に記述しております。製品の形状や用途により、設計のポイントも異なりますので、ディテールの検討を進める前に、まずは弊社にお気軽にご相談ください。

原料

現在回転成形に用られる原料の主流はポリエチレン(以下:PE)と呼ばれる汎用の合成樹脂です。PEは以下のような特徴を持っており、身近な使用例では灯油の容器やレジ袋などが挙げられます。

- ・比重が1未満であり軽量である。
- ・焼却しても有毒ガスが発生しない。
- ・リサイクルが容易である。
- ・耐油性、耐薬品性に優れる。
- ・衝撃強度に優れる。

一般的にPEはその密度により、高密度・中密度・低密度に大別されますが、回転成形用では成形性と物性バランスに優れた直鎖状低密度ポリエチレン(LLDPE)が最もポピュラーです。これらPEに関する詳しい物性などは以下のホームページをご参照ください。

プライムポリマーのホームページ(技術情報>ポリエチレン)

<http://www.primepolymer.co.jp/technology/material/pe/index.html>

素材 ▶ 低密度ポリエチレン(LLDPE)が最も一般的です。以降の項目も、ポリエチレンの使用を前提にしています。

基本形状 ▶ 大きな平面をもつ形状の場合、数箇所にU字溝で平面を分割&補強したり、緩やかな曲面形状にすると、製品形状が安定します。なお製品内部については、金型面が接していないため、平滑性は得にくくなります。

サイズ ▶ 大きなものは全長7mのものから小さなものは300mmくらいのもので成形可能です。

肉厚 ▶ 製品サイズにもよりますが、最小肉厚3mmから原料投入量により調整できます。

寸法精度 ▶ 収縮率の影響があり公差範囲は射出成形に比べると大きくなりますが、精度確保が必要な箇所は成型品取り出し後の治具による強制や二次加工で対応します。

抜き勾配 ▶ ポリエチレンの収縮を利用することにより、1度未満の勾配設計にすることも可能です。

コーナー部 ▶ できる限り大きなRをお勧めします。箇所にもよりますが、最小R2~5が適切な限界といえます。直角、鋭角は成形の特性上ピンホールを招く原因となり、お勧めできません。

PEは乳白色ですので、顔料を加えることによりご希望のカラーリングが可能です。さらには顔料同様、種々の添加剤をブレンドすることにより、多様な性能を付加することができ、無機充填剤、発泡剤、静電気防止剤、抗菌剤、フレーバー剤などが実績としてあります。添加剤の開発と共にPEの用途展開もまだまだ可能性に富んでいると言えるでしょう。

他にも、回転成形で成形可能な熱可塑性樹脂には次のようなものが挙げられます。



PC成型品

略号	呼称	特徴
PP	ポリプロピレン	耐熱性、剛性
PC	ポリカーボネート	高透明、高剛性、耐衝撃性
PA	ポリアミド(俗称:ナイロン)	高靱性、高耐熱性、耐溶剤性
PVC	ポリ塩化ビニル(半硬質~軟質)	汎用性、各種2次加工特性 生分解性プラスチック

≫ 金型の種類

金型にも投資額と意匠性の反映において様々な種類があり、使い分けされております。ここではブロー成形と射出成形の金型も併せて比較してみました。

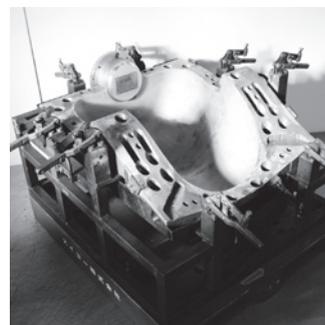
射出成形やブロー成形の金型は、内圧が著しく掛かるため高剛性が必然条件となり、また形状によってはスライド型などの機械構造が必要となる為、材料費、加工費、部品費、さらには設計工数にいたるまで、その費用は高額になります。また追加改造も容易ではないため、製作には慎重を要し、設計工数・日数とともに、製品計画をするお客様にもその経験が問われることとなります。

一方、回転成形用金型では安価な金型費で製作でき、前述のような問題点も無く、さらには後改造も可能な為、設計を担当されるお客様にとっては比較的容易に企画立案できます。

それらの利点を利用して、例えばブロー成形等で大量生産する前のテスト量産の最適解として、回転成形が利用されるケースも増えてきております。



板金溶接金型



アルミ鋳造金型

成形方法 金型種類	回転成形				ブロー成形 機械切削	射出成形 機械切削
	板金溶接	鋳造	機械切削	電気鋳造		
素材	SS	アルミニウム	アルミニウム	ニッケル	SS	SS,SUS
得意サイズ	中型～超大型	小～中型	小～中型	小～中型	小～中型	小～中型
得意形状	主に2次曲面	3次曲面	3次曲面	3次曲面	3次曲面	3次曲面
寸法精度	△	○	◎	○	◎	◎
増面再現性	○	◎	◎	◎	◎	◎
改造の容易さ	◎	○	○	×	△	△
成形内圧	大気圧	大気圧	大気圧	大気圧	射出樹脂圧	圧縮空気圧
製作納期	◎	○	◎	△	○	○
制作費	◎	○	○	△	△	△

◎ 優れる ○ 良い △ 劣る × 不可

≫ 特注製品開発のプロセス

ご要望・お問い合わせ まずはお客様の企画・製品案の概要をお聞かせください。企画途中の案件や、製品の詳細がまだ固まっていない段階、又は設計・予算面などにおいて従来通りの開発に行き詰まっているような場合などでも、お気軽にご相談ください。回転成形が持つ自由度を活かした様々な提案をさせていただきます。

詳細打ち合わせ お客様の製品計画を元に、実設計に向けてのより具体的な打ち合わせをします。基本的形状・機能・性能の決定、成形に用いる金型の選定、初期・量産時のコストのシミュレーションなど開発の基本要点と設計ディテールについて、お打ち合わせさせていただきます。

図面提出 上記打ち合わせにて確認した内容を元に、製品の図面をお客様に提出します。この図面をたたき台に細部の調整を加えていき、最終的にお客様から図面の承認を頂きます。

金型製作 承認された図面に基づいて金型図面をおこし、金型を製作します。製作期間は金型の種類や形状などによって異なりますが、概ね図面承認より30～60日くらいです。

試作検証 試作品を製作し、お客様と共に試作が計画通りに仕上がっているかを検証します。修正するべき点があれば、金型修正の上、再度試作を行います。特に板金金型においては、金型修正がしやすく、トライアル的要素が多い商品開発では大きなメリットとなります。

量産開始 試作で最終確認できたものを、お客様の量産計画に基づいて量産します。

FAQ

Q: 製品に塗装はできますか？

A: 一般的にポリエチレンへの塗装は難しく、顔料を混合して、樹脂自体に色をつける方法が一般的です。回転成形は、原料投入を成形毎に行うので、細やかな色計画が可能です。

Q: 回転成形製品の色は何色ありますか？

A: 標準色としては8色ありますが、調色も可能です。特別な色のご要望があればご相談ください。

Q: 透明な製品をつくることはできますか？

A: PC(ポリカーボネイト)を使用することにより、一部可能なものもあります。

Q: シルク印刷はできますか？また、カラフルなロゴ等は印刷できますか？

A: はい、可能です。シルク印刷以外にも、ロゴマークや警鐘サイン等を多色刷りした特殊なポリエチレンシートを成型時に加熱含浸されることにより、繰り返しの摩擦や曲げ応力に対して非常に強い印刷面を得る手法もあります。

Q: シボ加工はできますか？

A: 可能です。梨地、艶消し等、様々な加工が可能です。

Q: ブロー成形、射出成形と比較して回転成形の金型費用は？

A: 成形品の形状等により異なりますが、概ね金型の金額比は回転成形：ブロー成形：射出成形 = 1：4：10 です。

Q: 回転成形での新規製品の開発期間は？

A: 製品の仕様により大きく左右されますが、お客様に図面承認を頂いてから製品完成まで45~60日くらいが目安です。

Q: CAD面の開発環境は？

A: 弊社では3DはSOLIDWORKS、2DはAUTOCADを導入しています。

Q: 試作前に、製品強度を検証することはできますか？

A: 可能です。弊社では製品の3DCADデータを構造解析することにより、様々な角度から仮想実験を繰り返し、設計段階で完成度を高めた上で、試作による検証が行えます。このため、試作および検証の回数を減らし、開発の時間と経費を削減することができます。

Q: ポリエチレン製品は、どれくらいの期間使用できますか？

A: 製品の使用条件により左右されますが、目安として屋外暴露10年相当以上の耐候処方確立しています。(SWOM 2000時間)

また現在使用している製品をFT-IRという劣化診断技術を用いることにより、実使用条件下での商品寿命を推定することができます。一般的な劣化診断のように製品の一部を試験片として採取するのではなく、製品の表面を専用のキットで採取した微粉末から評価できるため、使用しながらの劣化診断が可能であり、設備の更新時期などの目安になります。

Q: タンクとしての耐熱性は？

A: ポリエチレンタンクの許容温度(内溶液)は60℃です。それ以上の使用温度に対応するポロプロピレン(PP)タンクも現在実用テスト中です。最寄りの弊社営業所又はホームページからお問合わせください。

Q: タンクをユニットの一部に組み込みたいのですが、カタログの商品以外に注文できるでしょうか？

A: はい。例えばオイルタンクや冷却水タンク等、実績は多数あります。少量生産、形状が複雑な製品も可能です。最寄りの弊社営業所又はホームページからお問合わせください。

Q: 食品用途に使用できますか？

A: はい。スイコーポリエチレンタンクは「ポリオレフィン等衛生協議会」登録の適合原料(通称PL証明)を使用しております。特にスイコータンクは多層構造で、内溶液に触れる内層はナチュラル仕様になっておりますので、安心してご使用頂けます。

Q: ポリエチレンの材質を活かしたタンク納入の実績は？

A: リサイクル可能、耐蝕性に強い点を活かし、各市町村水道局・施設、衛生処理施設、浄化センター、清掃工場、污泥処理センター、大学、病院等多くの施設に採用されています。又、2005年には「日本下水道事業団」の認定を受け、今まで数多くの納入実績があります。

Q: 回転成形の製品はどこで見ることができますか？

A: 滋賀及び熊本工場にショールームを常設しています。その他、プラスチックフェア等の展示会に出品しております。ショールームの見学をご希望の場合は、最寄りの営業所又はホームページにてご連絡ください。

Q: 工場を見学することは可能ですか？

A: はい。尼崎本社工場・滋賀第一・滋賀第二・熊本工場及びグループ会社の東北スイコー(岩手)、北海道スイコー(砂川市)を合わせ70台の回転成形機を保有し、その中には国内最大級の成形機も含まれます。見学をご希望の場合は、最寄りの営業所又はホームページにてご連絡ください。

Q: 環境面の取り組みを教えてください。

A: 回転成形に使用するポリエチレンは軽量、焼却処理しても無害で、かつリサイクルが可能な環境に優しい素材です。なお弊社では、使用済製品の回収から再資源化にいたるまでの流れを独自でサポートできる体制づくりを進めています。また、2007年6月には、ISO14001を取得しました。

回転成形についてのお問い合わせ、ご相談は、...



本社営業部

Tel: 06-6412-5851 Fax: 06-6413-1803

〒660-0857 兵庫県尼崎市西向島町86番地

東京営業所

Tel: 03-3823-7515 Fax: 03-3823-7055

〒114-0015 東京都北区中里1丁目10番6号(駒込Kビル5F)

名古屋営業所

Tel: 052-679-5340 Fax: 052-679-5341

〒456-0013 名古屋市熱田区外土居町9番14号(トキワ外土居ビル)

九州営業所

Tel: 096-293-0200 Fax: 096-293-0301

〒869-1236 熊本県菊池郡大津町杉水字一ノ迫 3019-1

●●● グループ企業 ●●●

東北スイコー株式会社

Tel: 0197-66-5055 Fax: 0197-66-5054

〒024-0004 岩手県北上市村崎野14地割455番地11

北海道スイコー株式会社

Tel: 011-398-5510 Fax: 011-398-5522

〒063-0051 北海道札幌市西区宮の沢1条3丁目4-12

スイコー株式会社では全事業所・工場にてISO14001・9001を取得しております。

URL: <http://www.e-suiko.co.jp/>