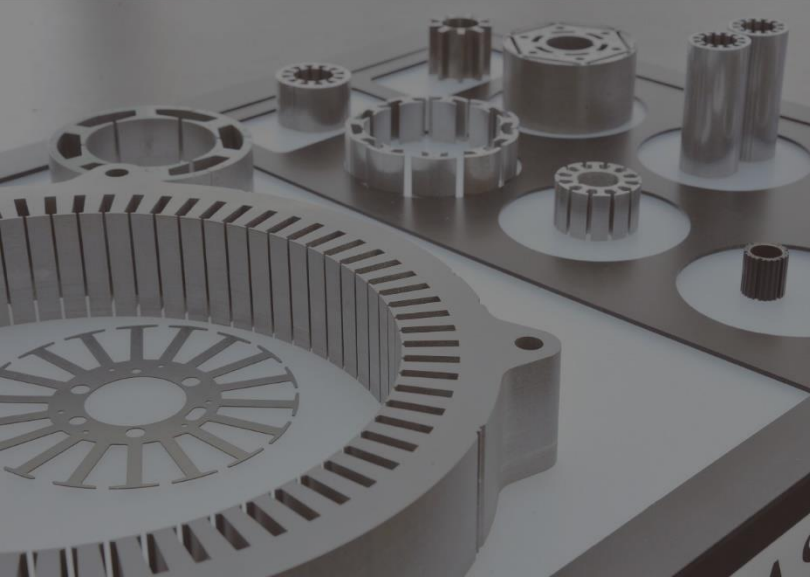
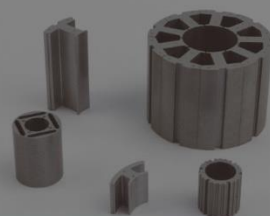


IJIMA SEIKI

特注シム製造センター .com

**設計者・技術者のための
積層コア
製造 技術ハンドブック**



CUSTOM SHIM
MANUFACTURING

目次

I	モーターコアの基礎知識	..... P02
i	モーターコアとは	..... P02
ii	モーターコアの特徴	..... P02
iii	モーターコアの加工方法	..... P03
II	電磁鋼板の基礎知識	..... P04
i	電磁鋼板とは	..... P04
ii	電磁鋼板の2つの特性	..... P04
iii	電磁鋼板の2つの種類	..... P05
III	鉄損の基礎知識	..... P06
i	鉄損とは	..... P06
ii	鉄損が発生する原因	..... P06
iii	鉄損を防ぐためには	..... P07
IV	プレス加工の基礎知識	..... P08
i	プレス加工とは	..... P09
ii	プレス加工の種類	..... P10
iii	プレス加工のメリットとデメリット	..... P11
IV	プレス加工におけるバリ対策	..... P12
V	積層コア製品事例集	..... P13

1. モーターコアとは

モーターコアの定義から特徴、加工方法までご紹介！

モーターコアとは

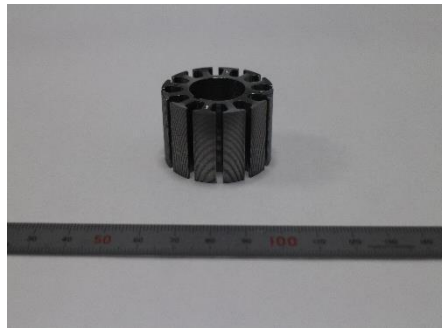
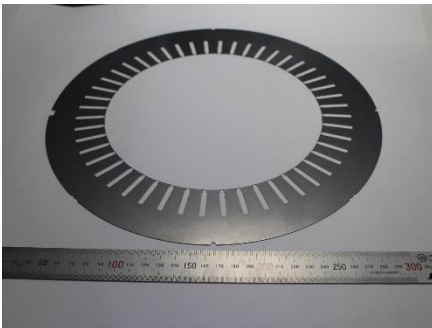
モーターコアとは、モーターを構成する部品の中で、モーターが設計通りの性能で動くために重要な基盤となります。そのため、モーターコアには高い加工精度が求められています。

モーターとは、自動車等の大きなものから、パソコンや家電製品といった身近で小さなものまで広く使われるものであり、その基盤部品であるモーターコアは私たちの日常生活に深く結びついているものと言えます。

モーターコアの特徴

モーターコアは一般的に、電磁鋼板を一定枚数積層させて製造します。電磁鋼板とは、モーターコアを製造する際に鉄芯として用いられる機能材料のことで、主に、鉄にケイ素を添加して造られます。

このように、モーターコアは電磁鋼板と呼ばれる材料を「重ね合わせて」成り立つものですが、その重ね合わせ方(積層方法)にもいくつか種類があります。



1.モーターコアとは

モーターコアの定義から特徴、加工方法までご紹介！

モーターコアの加工方法

モーターコアの加工方法(積層方法)は以下の表の通りです。

	方法	メリット	デメリット	主な用途
かしめ積層 (タボ積層)	金型を用いて、材料をかしめてプレス接合する	<ul style="list-style-type: none"> ・他の方法と比較して低コスト ・様々な形状への対応が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・金型の精度が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボット部品 ・自動車部品 ・家電 等
レーザー溶接 (溶接積層)	レーザー溶接機を用いて、材料を溶接することで接合する	<ul style="list-style-type: none"> ・金型の精度はそこまで求められない ・小型なものの加工に最適 	<ul style="list-style-type: none"> ・かしめ積層よりもコストがかかる ・設備費がかかる 	<ul style="list-style-type: none"> ・スマートフォン等
接着積層	材料に接着剤を付け、積層固着する	<ul style="list-style-type: none"> ・薄い電磁鋼板であっても加工が可能 ・金型の精度はそこまで求められない ・振動数を抑え、モーターの高回転に耐えられる 	<ul style="list-style-type: none"> ・他の方式と比較してコストがかかる 	<ul style="list-style-type: none"> ・医療機器 等

表の通り、それぞれの加工方法にはメリット、デメリットがあります。また、積層方法は用途に合わせて選択する必要があります。

2.電磁鋼板 とは

電磁鋼板の定義から特性・種類までご紹介！

電磁鋼板とは

電磁鋼板とは、一般的にモーターコアを製造する際に、鉄芯として用いられる機能材料のことです。主に、鉄にケイ素を添加して造られます。

また、電磁鋼板は磁性という特性を活かして、発電機や変圧器等、あらゆる電気機器のモーターの鉄芯として活躍しています。

電気を磁気に変換してエネルギーを発生させるモーターにおいて、いかに鉄損をおさえるかという点が重要となります。そのため、磁力を高める役割を持つ電磁鋼板は、この鉄損が少ないほど良いものとされています。

電磁鋼板の2つの特性

電磁鋼板には「鉄損」「磁束密度」という2つの磁気特性があります。

1 鉄損

鉄損とは、電気から磁気へとエネルギーが変換される際に損失されるエネルギーの大きさを指します。鉄損が小さいほど、省エネルギーの実現となります。

電磁鋼板において、鉄損を小さくする方法としては「接着積層工法」と呼ばれる積層工法の活用がございます。

モーターコアとは電磁鋼板を積層させたものとなりますので、上記のように積層工法を工夫することで上手く電磁鋼板の特性を扱うことができます。

2 磁束密度

磁束密度とは、単位面積あたりの磁束の密度のことを指します。こちらは、磁化のしやすさを表す「透磁率」と合わせて考えられることが多いです。

磁束密度が高いほど、一定の電流でも高い磁力を得ることができるため、より大きなエネルギーを生み出します。

良い電磁鋼板とは、この磁束密度と透磁率がともに高いことが特徴としてあります。

2.電磁鋼板 とは

電磁鋼板の定義から特性・種類までご紹介！

電磁鋼板の2つの種類

電磁鋼板の種類は、下記の表の通りです。

	特徴	用途
方向性電磁鋼板	一方向にのみ電気特性を有する電磁鋼板であり、圧延方向(一方向)に磁化しやすいもの	・変圧器 ・トランス 等
無方向性電磁鋼板	全方向に平均的に磁気特性を有する電磁鋼板であり、特定の磁化方向に限定されないもの	・モーター 等

方向性電磁鋼板、無方向性電磁鋼板という2つの種類がございますが、表の通り、それぞれ特徴が異なります。
それに合わせて用途も異なりますので、自分の用途に合わせた選択が必要となります。

3.鉄損とは

鉄損の定義から発生要因、解決策までご紹介！

鉄損とは

鉄損とは、モーター、変圧器などの鉄心で生じる損失である「ヒステリシス損」と「渦電流損」の和です。単位はワット(W/kg)で表します。

鉄心にかかる電圧の大小に関わらず、鉄心に電圧がかかっている限り発生する損失のため、「無負荷損」とも呼ばれます。

対して、変圧器などのコイルにおいて、電流が流れることで巻線に抵抗が発生した際の損失を「銅損」と言います。

鉄損は、モーターの効率を低下させる原因となります。

鉄損が発生する原因

鉄損の発生する原因は、「ヒステリシス損」と「渦電流損」の発生要因から説明できます。

1 ヒステリシス損

ヒステリシス損とは、鉄心の磁界方向、磁束の大きさが変化することで生じるエネルギー損失のことです。これらの変化により、鉄心中の磁気分子の方向や配列が変わり、分子相互間の摩擦損が生じます。

また、ヒステリシス損は、板厚に左右されないという特徴があります。

2 渦電流損

渦電流損とは、鉄心内に生じる渦電流が原因となって生じる損失のことです。磁界の方向が変化することで鉄心内に電流が流れ、電気エネルギーの変化によって生じた熱が外に逃げることで発生します。また、高周波であるほど渦電流損の比率は大きくなります。

上記2つの損失が生じることで、鉄損が発生します。

3.鉄損とは

鉄損の定義から発生要因、解決策までご紹介！

鉄損を防ぐためには

鉄損を防ぐためには、「ヒステリシス損」と「渦電流損」の発生を抑えることが解決策としてあります。

両者を防ぐための方法は、以下の通りです。

ヒステリシス損	渦電流損
<ul style="list-style-type: none">・磁束密度を低くする・最大磁束密度が小さく、透磁率が低い磁性材を使用する	<ul style="list-style-type: none">・固有抵抗を高くする・板厚を薄くする・透磁率が高く、導電率の低い材料を使用する

上記の対策を行うことで、ヒステリシス損と渦電流損を減少させることができ、結果的に鉄損を防ぐことにつながります。

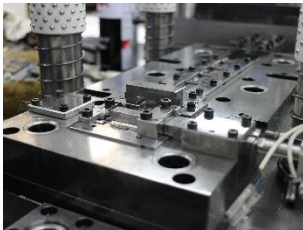
4.プレス加工とは

プレス加工の特徴と種類

プレス加工とは

プレス加工とは、金型とプレス加工機を用いて材料を変形させ、目的の形にしていく加工方法のことです。プレス加工で加工される材料は「被加工材」と呼ばれます。また、プレス加工は塑性加工とも呼ばれ、物質の「一度固定された形が維持される」という特性を利用して、材料に大きな力を加え変形させていきます。

プレス加工は私たちの日常生活で使われる製品で多く用いられており、例えば大型家電等の大きな製品から、ICチップや携帯電話など小さな製品まで幅広く活躍する加工方法です。



4.プレス加工とは

プレス加工の特徴と種類

プレス加工の種類

プレス加工には3つの加工種類があります。

	加工の目的	加工の特徴
せん断加工	加工材を切るため	素材を切り抜いたり、穴を開けていく。 一般的に、その他の加工方法と組み合わせて部品成形を行う。
曲げ加工	材料を目的の形に曲げるため	加工機、金型に合わせて材料を目的の形に変えていく。 加工後の形にはV字、L字、Z字、カール曲げ、ヘミング曲げ等、様々な種類がある。
絞り加工	被加工材をプレス機の型に変化させるため	被加工材に引っ張り力を加え、プレス機の方に被加工材を変化させていく。 被加工材によって引っ張り力は異なり、その都度調整する必要がある。

それぞれに加工の目的、特徴があり、自分が実現したい加工後の形、加工の目的に合わせて選択していきます。

また、せん断加工は他の加工方法と組み合わせながら成形していくという特徴があるように、複数の加工方法を組み合わせながら部品成形を進めていくという手法もあります。

4.プレス加工とは

プレス加工のメリットとデメリット

プレス加工のメリット

プレス加工には以下の2つのメリットがあります。

1 加工材を無駄なく、効率的に使用することができる

プレス加工は、材料に力を加えて形を変形させることで加工をする方法です。そのため、切削加工のように加工時に出るくずが少なく、加工材を効率的に活用することができます。

2 生産性が高く、作業者の技術に左右されない安定した製造を実現できる

プレス加工は手作業ではなく金型を用いるため、非常に生産性が高いです。また、金型とプレス加工機という「機械」がほとんどの作業を行うため、作業者の経験に左右されることなく安定した品質で生産を行うことができます。

4.プレス加工とは

プレス加工のメリットとデメリット

プレス加工のデメリット

プレス加工には以下の2つのデメリットがあります。

1 プレス加工を行うための初期費用がかかる

プレス加工は前述の通り、「金型」や「プレス加工機」という機器を用いて半自動的に行います。そのため、それらの必要な機器やシステムを構築するために費用がかかります。

2 小ロット生産に向いていない

プレス加工は金型を用いて、同じ形のを半自動的に大量生産するというメリットがありますが、逆に小ロット生産には向いていないと言えます。これは、プレス加工のために必要な機器への投資に、小ロット生産では費用が合わないからです。

ここで記したメリットとデメリットから、プレス加工は「大量生産を、時間と材料を無駄にすることなく、効率的に行いたい」と考えている人に向いている加工方法であると言えます。

4.プレス加工とは

プレス加工におけるバリ対策

バリとは

バリとは、加工時に発生する素材の突起のことです。

例えば、「プレス加工の種類」の項目でご紹介した「せん断加工」では、エッジ部分にバリが発生することがあります。

バリが発生することで、作業している人が怪我をしてしまうことや、製品の損傷、さらには設備の故障等、様々な被害につながってしまいます。

バリ対策について

バリを防ぐためには、以下の3つの対策がございます。

バリ対策①クリアランスを適正に設定すること

クリアランスとは力点から支点までの距離のことを指します。

クリアランスの適正は一般的に8~10%とされています。

バリ対策②クリアランスを均一にすること

ク金型の組み立て、プレス機械への取付を正しく行うことで、クリアランスを均一にすることができます。

バリ対策③金型にごみが付着しないようにすること

成形の際に使用する金型にごみが付着していると、バリの発生につながります。

金型のメンテナンスも定期的に行うことが重要です。

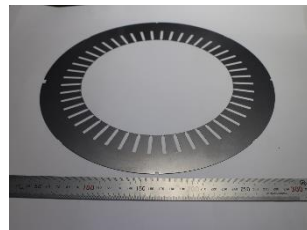
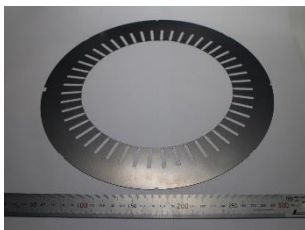
上記3点が主なバリ対策です。

加工を行う際は、ぜひ上記の注意点を考慮してください。

V 特注シム製品事例集	..... P09
1 モーターコア(φ300×0.2mm)	..... P09
2 モーターコア(φ250×0.2mm)	..... P09
3 モーターコア(φ110×0.2mm)	..... P10
4 異形状孔モーターコア(φ110×0.2mm)	..... P10
5 積層モーターコア(φ110×35×0.2mm)	..... P11
6 T字6連結積層モーターコア(ポキポキコア)	..... P11

1 モーターコア(φ300×0.2mm)

分類	コア	材質	SUS304	サイズ	φ300×0.2mm
加工方法	プレス	公差	±0.05mm	業界	車両



こちらの製品は、材質がSUS304のモーターコア(φ300×0.2mm)です。こちらは主に車両部品として使われる製品です。

こちらのコアでは、当社が得意とするバリレス精密プレス加工を総抜き金型で行っており、バリを極限まで減らしております。さらに、平面度も綺麗に仕上がっている精密プレス加工品として製作しました。

2 モーターコア(φ250×0.2mm)

分類	コア	材質	SUS304	サイズ	φ250×0.2mm
加工方法	プレス	公差	±0.05mm	業界	車両

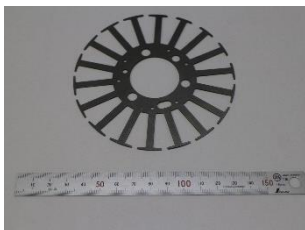


こちらの製品は、材質がSUS304のモーターコア(φ250×0.2mm)です。こちらは主に車両部品として使われる製品となります。

こちらのコアでは、当社が得意とするバリレス精密プレス加工を総抜き金型で行っており、バリを極限まで減らしております。さらに、平面度も綺麗に仕上がっている精密プレス加工品として製作しました。

3 モーターコア(φ110×0.2mm)

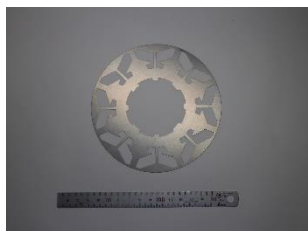
分類	コア	材質	35A400	サイズ	φ110×0.2mm
加工方法	ワイヤーカット	公差	±0.05mm	業界	動力伝動装置



こちらは、材質が35A400のモーターコア(φ110×0.2mm)です。こちらは主に動力伝導装置向け部品として使われる製品となります。こちらのコアでは、複数枚重ねたブランク材を厚めの鉄材で挟み込むことで、加工液噴射による加工中のブレを低減させながら加工いたしました。またこのような形状のモーターコアの場合、外周のスタート穴が1か所では加工中にワークが動いてしまうため、スタート穴を2か所以上にして加工しております。

4 異形状孔モーターコア(φ110×0.2mm)

分類	コア	材質	SUS304	サイズ	φ110×0.2mm
加工方法	プレス	公差	±0.05mm	業界	車両



こちらの製品は、材質がSUS304の異形状孔モーターコア(φ110×0.2mm)です。こちらは主に車両部品として使われる製品となります。こちらのコアは、当社が得意とするバリレス精密プレス加工を総抜き金型で行いバリを極限まで減らしており、平面度も綺麗に仕上げた精密プレス加工品です。またこちらは異形状の孔加工をしておりますが、お客様が希望されたマグネットの形状に合わせて孔パンチを配置しております。

5 積層モーターコア(φ110×35×0.2mm)

分類	積層コア	材質	50A300	サイズ	φ110×35×0.2mm
加工方法	プレス型内積層	公差	±0.05mm	業界	動力伝動装置
					

こちらの製品は、材質が50A300の積層モーターコア(φ110×35×0.2mm)です。こちらは主に動力伝導装置向けに使われる製品となります。

今回の製造では直角度、並行度、同軸度、真円度のすべてで0.05mmの精度が求められ精密な金型製造技術が必要となるため、バルレス精密プレスを得意とする当社にご相談いただきました。また、この積層モーターコアは順送金型によって金型内でカシメ積層しております。

6 T字6連結積層モーターコア(ポキポキコア)

分類	積層コア	材質	35A400	サイズ	20×70×10mm
加工方法	プレス型内積層	公差	±0.05mm	業界	動力伝動装置
					

こちらの製品は、材質が35A400のT字6連結積層モーターコア(ポキポキコア)です。こちらは主に動力伝導装置向けに使われる製品となります。今回の製造では直角度と並行度は0.05mmの精度が求められ精密な金型製造技術が必要となるため、バルレス精密プレスを得意とする当社にご相談いただきました。また、Tの字単体の積層コアは他の企業様でも製造されていますが、こちらはTの字コアを6個連結した状態で積層してあります。

特注シム製造センター .com

IJIMA SEIKI



Connected Technologies
人と技術をつなぐ

株式会社飯島精機

〒399-3701 長野県上伊那郡飯島町田切1-5
[TEL]0265-86-2111 [WEB]<http://ijimaseiki.jp/>