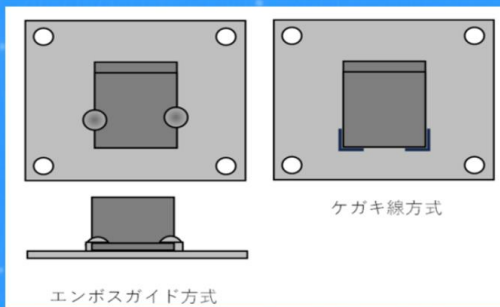


板金加工を学びたい
設計・技術者の為の入門書！

板金加工の 基礎知識

-全体像・部品展開・設備編-



Produced by

 高橋金属株式会社
TAKAHASHI METAL INDUSTRIES CO., LTD.

1	板金加工の全体像	．．．	P2-4
2	板金加工で使用する材料	．．．	P5
3	部品展開について	．．．	P6-10
4	板金加工のブランク加工について	．．．	P11-15
5	切断について	．．．	P16
6	レーザ切断について	．．．	P17-19
7	レーザタレパン複合機について	．．．	P20-26

板金加工の全体像

当ガイドブックでは、板金加工の全体像・部品展開・設備について解説しています。

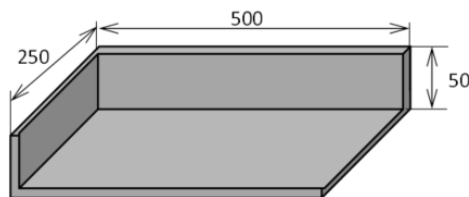
まずは板金加工の全体像から解説します。板金加工は、一般的に「製缶」「工場板金」「建築板金」「自動車板金」等があります、この中で弊社が行っているのが「工場板金」となります。板金加工ではお客様からの部品図面を頂きますと、下表に示すような工程を経て完成品までの製造をします。

板金加工の工程	工程の概要
1 製品図面の受領	・お客様からの加工用図面の受領 受領図面のみでなく、お客様の要求事項の確認を合わせて行います。（お客様の完成形の機能を満足させるための独自規格を持たれているケースが増えてきている）
2 ワンストップサービス	・お客様の要求事項（図面、規格等）から製品の要求事項を満たし更に、最適な加工方法を提案することで双方に利益をもたらす活動
3 部品展開	・お客様の図面や要求事項を考慮して、部品を展開します。 この工程でQCdが決まる重要な工程となります。部品展開により、材料歩留まり、使用する加工設備、曲げ加工、接合部品手配（切削部品等）を検討し決定していきます。
4 加工プログラムの作成	・加工する部品の板厚、材質を考慮してブランク加工用プログラムと曲げ加工用プログラムを作成します。
5 外形加工（ブランク加工）	・加工プログラムを用い、ブランク加工を行います。
6 部品の仕分け/エッジ仕上げ	・ブランク加工が終わったものは、3×6板、4×8板と言った定尺材に幅種類で複数個が同時に加工されており、必要な部品毎に仕分けし、合わせて、抜きバリやエッジの仕上げを行います
7 曲げ加工	・曲板機（ブレーキプレス）を用い、曲げ加工を行います。
8 接合加工	・構成する部品が集約され接合が行われる。加工方法では、アーク溶接、スポット溶接、レーザー溶接による組付けを行います。
9 表面処理加工	・製品が完成品となり、お客様からの指定で表面処理、塗装、メッキ等を行います。

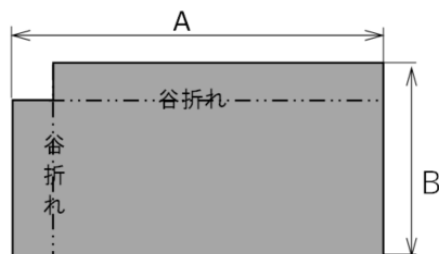
製品図面の受領時には、図面スペックはもちろんですが、お客様が指定される要求事項についても合わせて確認させていただき、製品機能とお客様の要求事項についても満足する製品の加工に勤めさせていただきます。また、弊社の「ワンストップサービスプラス活動」は製品図面の機能を満足しつつ、より造りやすく最適なQCDとなる製品形状への提案で、弊社がお客様のパートナー企業となり、共に発展する事を目的としています。

部品展開

部品展開の段階では、お客様からの図面や要求事項を基に部品の展開形状の検討を行います。また、企画台数（製品寿命(生産期間)）や年間生産数量の情報を基に設備生産能力についても検討を行います。この検討結果を基に加工設備の決定を行い状況に応じて設備増設や、外注加工の検討も合わせて行います。また、この段階で必要な部品構成を明確にする事で、加工部品、購入部品、表面処理までの加工工程の全体が決まる重要な工程となります。



製品形状



展開形状

部品加工

展開工程が完了すると、CADデータを基に材料の手配、CAMを作成し生産機への加工指令を準備します。また、生産工程への生産計画を行い構成する部品加工を行います。弊社内で製作していないボルト、ナットなどの切削部品については外注加工先への手配も合わせて行います。板金加工の部品加工では、外形加工（ブランク加工）、部品の仕分け（複数種類の部品取りの場合）、エッジ仕上げを経て曲げ加工を行います。曲げ加工まで完了すると、構成部品を集約し、溶接による接合加工を行い、完了となります。板金加工の場合には、この構成する部品が2点から数十点となるものまであり、製品サイズも手の平サイズから畳1畳サイズ以上の物まであり、生産数量も1個/月から数百個/月までの多種多様な製品に対応しています。

板金加工のメリット

特に板金加工のメリットは、専用の金型等を使用せず汎用設備を用いフレキシブルな生産が可能であるところです。デメリットでは、大量生産に向かない事があげられます。ブランク加工のみであればよいのですが、曲げや溶接と言った複数の工程を踏まえて製作する場合には生産数量に制約が発生します。「板金加工」の加工工程の全体像は今までに述べて様なものですが、これからは、工程毎に詳しく説明していきたいと思います。

板金加工で使用する材料

板金加工では下記の様に鉄系の材料、非鉄系の材料を製品の用途や機能に合わせて使用されます。特に材料において注意が必要な内容で、寸法に影響する所で、材料の硬度や引張り強さが有ります。曲げ加工を行う上で、この2つの特性は曲げ加工時の伸びやスプリングバックに影響しますし、外観では外形加工時の傷や、曲げ加工時の型跡が問題となる場合が有ります。



板金加工において、加工方法、加工工程、使用する設備を決める最も重要なステップが部品展開になります。特に、近年の傾向として製品（部品）が集約され多機能化されています。以前には2部品3部品で構成していたものが、1部品に集約される事で複雑な形状となってきました。これにより製品（部品）の付加価値が高くなる一方で、製品形状も複雑になり部品毎の組合せや接合形状も高度な物となってきました。

現在、板金加工機でブランク加工にターレットパンチプレス(以降タレパン)機、レーザ加工機や、レーザタレパン複合機等を使用する様になってきていますが、レーザ加工機でも「CO2」レーザ加工機では、銅材の加工が出来ないと言った制約があり、設備の選定時に「ファイバー」レーザ発振器を搭載した設備や、タレパン加工を指定する必要があります。

板金加工のブランク加工に使用する材料も、歩留まりを考慮し使用する材料サイズを指定します。この材料についても下表に示す様な材料サイズが鋼板として流通しており製品のブランクサイズ、種類などを考慮し最も歩留まりの良い材料を入手し、ブランク加工を行います。

先にも述べましたように、板金製品の場合には複数の部品が取付けられる事が多く、同一の材質、板厚の場合には1枚のシート材から複数種類の部品を取る「ネスティング」を行う事で材料の有効活用をしています。

3-1 板金加工で主に使用する材料サイズと材質の一覧表

板金加工で主に使用する材料サイズと材質の一覧表

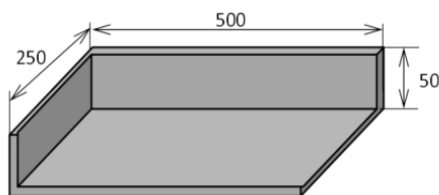
呼び名	表記	鋼板サイズ	鋼板種類
サブロク	3×6	914mm×1929mm	SPCC、SPHC、SECC、SGCC
サンパチ	3×8	914mm×2438mm	SPCC、SPHC、SECC、SGCC
シハチ	4×8	1219mm×2438mm	SUS、SPCC、SPHC、SECC、SGCC、 アルミ板、銅板等
ゴトウ	5×10	1524mm×3048mm	SPCC、SPHC、SECC、SGCC
メーター板	1×2	1000mm×2000mm	SUS、アルミ板、銅板等

受注しました製品の使用材料を考慮し、部品展開の工程で、構成部品 1 点 1 点に分解します。次に 1 部品毎に加工方法の設計を行い展開図面を作成します。現在では、お客様からの C A D データ（図面）から、製品の展開を自動展開しブランク加工機（タレパン、レーザ機）へ C A M データまでを作成するようになってきていますので、次ページでは展開作業の基本的な内容を説明します。

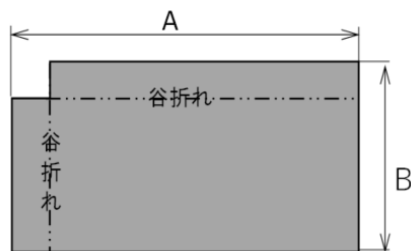
部品展開について

下図は、3辺を曲げ加工したトレー形状の部品図ですが、この製品を展開したのが下図右側の形状となります。製品形状を展開するとシート材の一部に切欠きがあり、3辺を曲げ加工する様になりますが、展開寸法のA寸法B寸法と切欠き寸法を求める必要があります。この展開寸法は下記に表記している様に製品の外形寸法を足し、 α （曲げの時の伸び量の補正值）を引いた寸法になります。この補正值を引いておかないと、それぞれの曲げ高さ、全長、全幅寸法が必要な寸法通りに仕上がらない事になります。

また、曲げの補正值は、材料の板厚と曲板機（ブレーキプレス）の曲げダイスのV幅により変わりますので、曲げ加工の条件も考慮し適正な補正值で展開をする必要があります。（90度曲げの補正值についての例がアマダ様のwebサイトに有ります。）



製品形状



展開形状

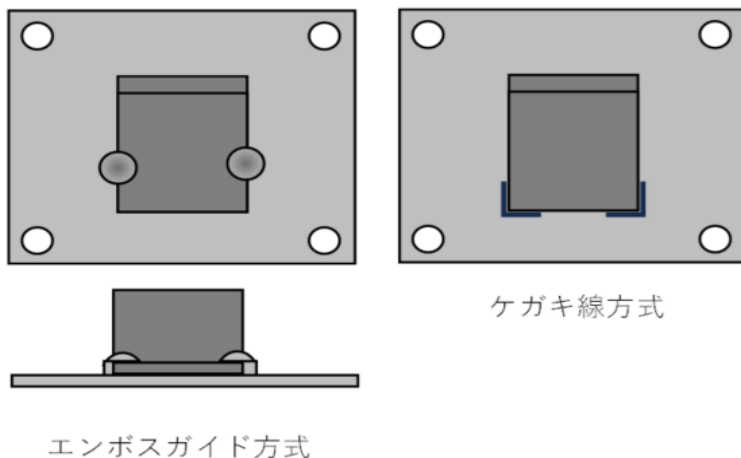
展開寸法

$$A : 500 + 50 - \alpha \quad B : 250 + 50 - \alpha$$

この部品展開が出来ると、材料から部品のブランク加工を行っていきます。また、展開図には曲げ加工の基本情報が盛り込まれていますのでこの情報を曲げ加工工程に展開する事で部品の曲げ方向（上記の様に正面から見て「谷」、「山」という風に表記）や曲げ加工時のバックゲージの寸法指示をする事ができます。

3-2 部品展開における位置決め

最近の製品は、複数の部品が組合され1つになる事が多い事から、部品展開の時点で、それぞれの部品の位置決めについても考慮をする必要があります。この位置決めについても、部品の接合方法が、スポット溶接の場合やアーク溶接（M I G、M A G、T I G溶接）で指示されますと、接合方法の特徴に合わせた位置決め方法を盛り込みます。

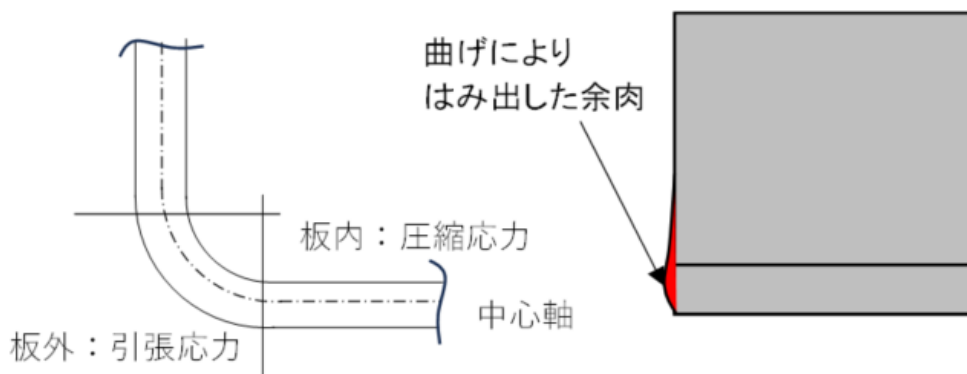


部品と、子部品の位置決め的事例を上図に示します。

この事例のエンボスガイドの場合には子部品の位置決め精度の高い方法になりますが、本体にエンボス成形を施しますので、外観面となる場合には不向きです。もう1つのケガキ線方式の場合には位置決め精度は低いものの、本体の表面側には加工の跡が残らないため外観を重視する様な製品の場合には有効となります。この様な部品の位置決めについては、お客様の商品としての機能や外観品質と言った要求仕様が有りますので、受注を受けた際の事前確認を行う必要があります。部品の位置決めがいずれも不可である場合には、位置決め治具を製作し取付けを行う必要があります。

3-3 部品展開における変形対策の盛込み

曲げ加工時には、下図に示す様に曲げの板内では圧縮応力が働き、板外では引張応力が働きます。この曲げ加工を行うと、板内の圧縮応力が加わった所は内Rが小さくなると余肉が端面部にはみ出す現象が発生します。このはみ出が発生し端面と平面で組合わせた接合部には隙間が生じる事で、溶接時の歪の原因となる事が有るため、曲げの部分をわずかに小さくする様な改善を施すことが有ります。この様な加工の一工夫は製品外観では見てわかりませんが、高精度な部品を製作する上での重要な作業となります。

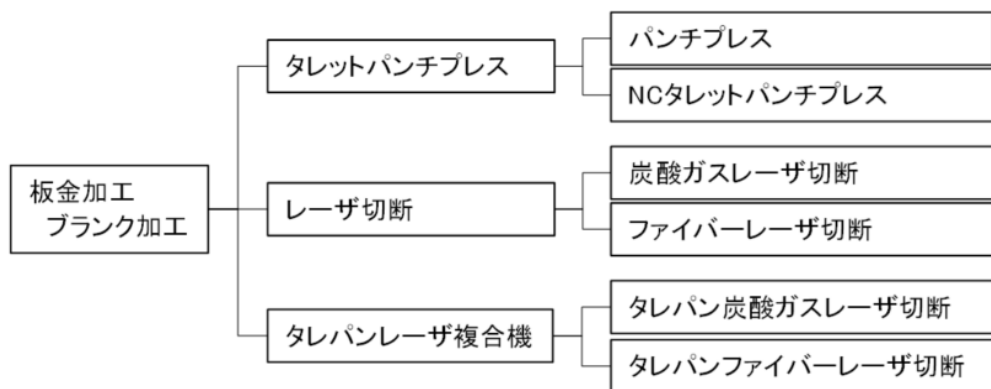


部品展開のステップでは、この様に、受注した製品の形状をシート材から要求仕様に合わせた形状にするため、展開形状を決める部品展開のステップが板金加工工程におけるキーステップと言っても過言では無いと言えます。

板金加工のブランク加工について

現在の板金加工の加工では、NC加工機による外形加工が主流となっています。

下図は、板金加工におけるブランク加工の一覧になります。タレットパンチプレス（通称タレパン）、レーザ切断加工機、タレパンレーザ複合機が現在の外形加工の主流機になります。これから、下記の設備について順に説明をしていきたいと思います。



板金加工におけるブランク加工設備。

4-1 タレットパンチプレスについて

タレパンの設備群には、パンチプレス、NCタレパン加工機があります。パンチプレスは比較的小型の加工機で、材料端面の切り落としも可能ですが主に、複数種類の穴あけを得意とする加工機になります。この設備は、作業者が材料を基準となる「当て」につき当てて、加工するもので材料に対して加工部の座標と加工する金型の種類を入力したプログラムで加工するものです。比較的小型の設備で被加工材の板厚やサイズも限られたサイズのものしか出来ない反面、プログラムの作成も比較的簡単で利便性も良い設備と言えます。

下図、右に有るのがNCタレットパンチプレス（通称タレパン）になります。

こちらの設備は板厚も3.2mm程度で、材料サイズも3・6板、4・8板などの大型の材料を加工する事ができます。また、専用の材料棚を設置する事で材料供給の自動化により夜間運転を行う事の出来る設備になります。



パンチプレス加工機

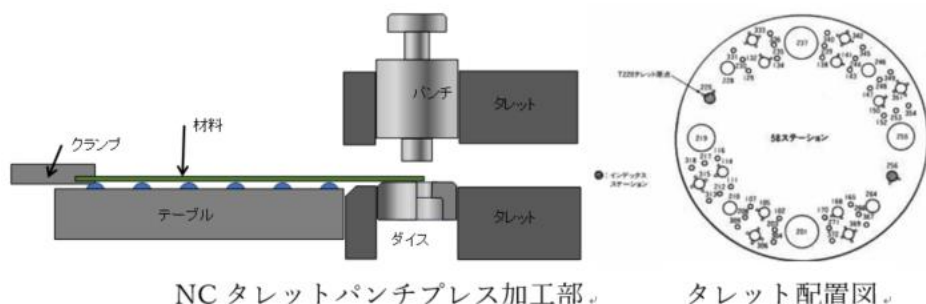


NC タレットパンチプレス加工機

4-2 タレットパンチプレスの加工方法

タレパン加工は下図のように、材料をクランプで固定し加工位置に移動しプレス加工する事で穴抜き、バーリング、切起こし、タップ加工等の加工をすることができます。タレットの中には金型を複数設置する事ができ、タレットのステーション番号を呼び出す事で必要な加工を行う事ができます。タレパン加工では材料をスムーズに移動させるため、フリーボールベアリングで移動時の傷をつけない様にしていますが、材料によっては表面が軟らかく材料の重みでも傷が付くことも有る為、ブラシで材料を持ち上げるタイプに変わってきています。

また、加工の材料の高さとダイスの高さが有っていないと、ダイスの角の部分で傷をつける事も有る為、ダイスの面の管理も必要になります。タレパン加工のプログラムを作成する場合には、下図に示すクランプの掴み代を考慮する事と、1枚の材料で出来る限り歩留まりよく製品にする事が必要となります。これを実現するためには、複数種類のものを1枚の材料から取得する「ネスティング加工」のプログラムを作成する事で、材料歩留まりを改善する事ができます。この場合には、同一材質、板厚の部品が多数ある事が前提条件となりますが、材料の有効活用を図る上で重要な内容となります。

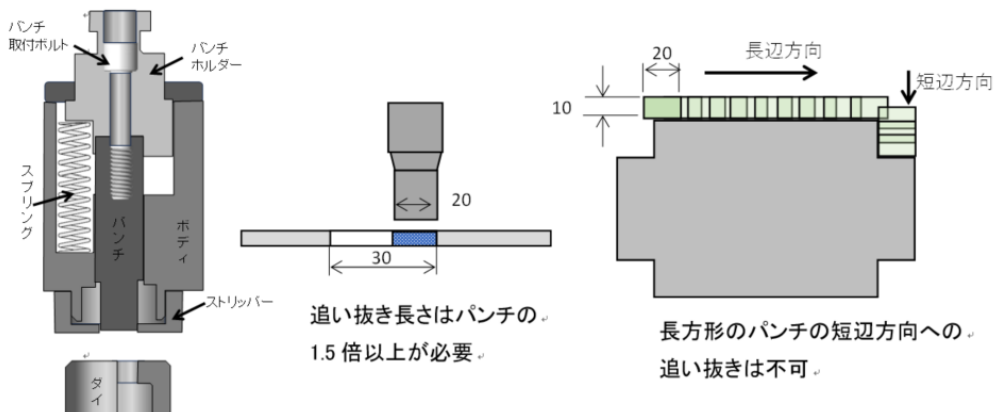


4-3 パンチ/ダイスの形状と代表的な追い抜き加工

タレパンに使用するパンチダイスの形状は下図に示す様になっており、プレス金型と同様の構成となっていますが、プレス金型ではパンチ/ダイスはダイセットに組込まれていますが、タレパンの場合にはタレットに組込まれて加工されます。このような加工方法ですので、タレットの上下の位置決め精度は非常に高い事が条件となります。

タレパン加工において、長い直線を加工する場合には「追い抜き加工」を多用します。この場合には、下図に示す様に追い抜き長さがパンチに対し

1. 5倍以上が無いと、金型に偏荷重が掛かり破損に繋がります。また、長方形のパンチを用いた場合にも長辺方向に追い抜く場合は偏荷重に対し先の条件を満足していればよいのですが、短辺方向には偏荷重に対し弱いため、プログラムの設定時に配慮が必要となります。設備によっては金型の方向を90°回転させる事の出来るものもあり、このような機能で加工をする場合もあります。

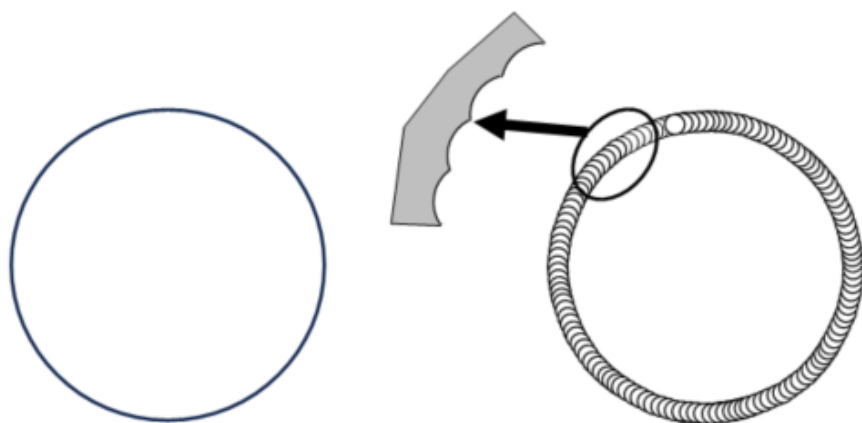


パンチ/ダイスの構造

追い抜き加工時の配慮

板金加工のブランク加工について

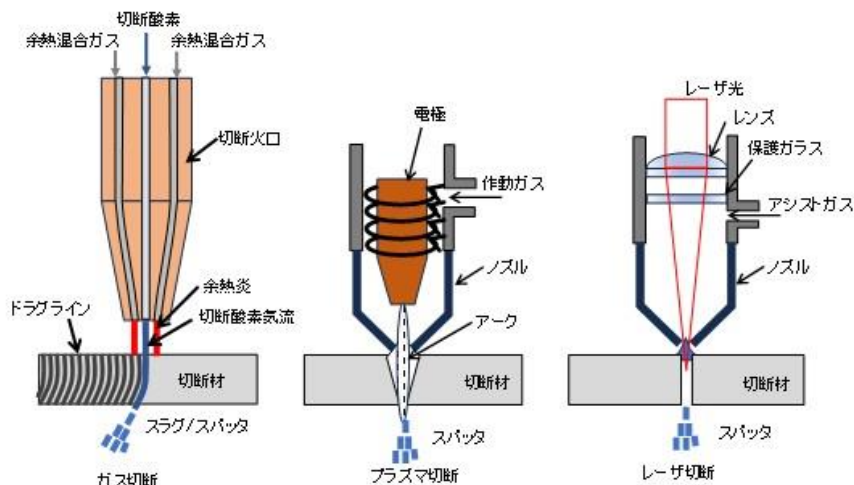
タレパンに取付ける事の出来るパンチサイズは限られているため、パンチ径を超える穴抜きや円弧の抜き加工では下図の様な追い抜き加工を行います。この加工の場合には○パンチを使用して行うため、抜いた後が「ギザギザ」になる為、後加工に仕上げが必要となります。この仕上げを最小限に抑えるためパンチの送りピッチを小さくし、対処をしますが、この場合も、送りピッチが小さすぎると金型の破損に繋がる為送りピッチの設定を配慮する必要があります。



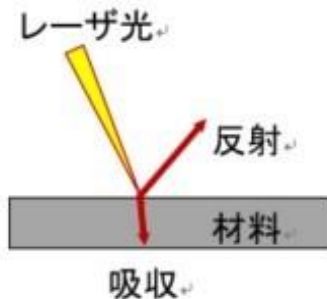
円形状の追い抜き加工(ニブリング)時の配慮

5-1 切断の種類

それぞれの切断方法で特徴があり、切断面の精度はレーザー切断、プラズマ切断、ガス切断となりますし、切断できる板厚では、ガス切断、プラズマ切断、レーザー切断と言った状況にあります。近年では、レーザー切断も高出力化が進み、板厚が30mmを超える様な厚板の切断も可能となってきました。各切断方法と切断トーチ部の形状を下記に示します。ガス切断の場合にはアセチレンガスを用い、余熱混合ガスを燃焼させて母材を余熱し、十分に加熱出来た所に切断用の酸素を高圧で供給する事で、酸化が促進され切断する事が出来ます。プラズマ切断では強力なアーク熱を発生させアークプラズマに凝縮する事で母材を加熱しながら作動ガスを供給し切断を行います。レーザー切断は、高出力のレーザー光を母材に当てる事で加熱・溶融しアシストガスを供給する事で切断するものです。レーザー切断機の開発初期では炭酸ガス（CO₂）を媒質として光を増幅させるCO₂レーザーが主流でしたが、現在ではファイバーを増幅媒体としたファイバーレーザーに置き換わってきております。



6-1 レーザ切断の原理

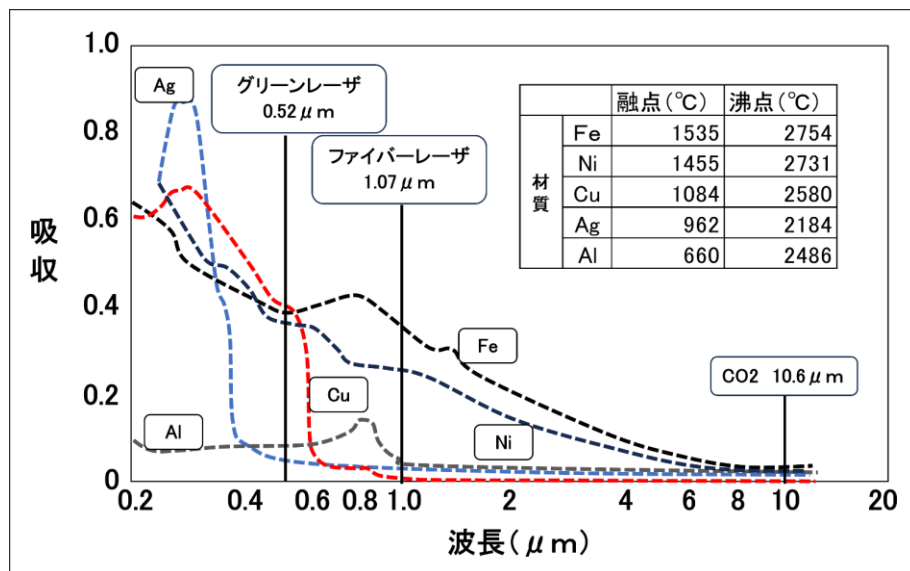


材料にレーザー光を照射した時の状態

上図に示す様に、レーザー光を材料に照射すると、反射と吸収に分かれます。反射光はレーザー光の入射角に対し同じ角度で反射する特性（正反射と呼びます）を持っています。

もう一つが吸収ですが、材料には特有の反射率を持っており、銀、銅、アルミなどの材料は反射率の高い高反射材に区分されレーザー光が吸収されにくく溶けにくいものに区分されます。

レーザ切断について



また、鉄、ニッケルは比較的反射率の低い材料に区分されレーザ光は吸収されやすく溶けやすいものに区分されます。CO₂レーザ切断機に使用されるCO₂レーザの波長は10.6 μmとレーザ光の中では比較的長い波長のレーザ光で、材料毎の吸収率が低く、切断加工ができる材質が限られています。鉄、ニッケル、アルミは切断が可能です、この中でもニッケルやアルミは高出力なものでなければ切断が出来ません。

6-2 レーザ切断に必要なアシストガス

レーザ切断加工時に重要な要素に切断用アシストガスの種類があります。切断する材料とアシストガスの種類を合わせる事で、加工できる状態が異なりますので適切なガスの設定を行う必要があります。

また、CO₂レーザ加工機と、ファイバーレーザ加工機で使用するガスの種類が異なる為、設備に合わせたガスの種類の選定も必要となります。

アシストガス	使用方法	加工上の注意事項	CO ₂ レーザ加工機				ファイバーレーザ加工機			
			鉄(～32)	鉄(32～)	ステンレス	アルミ	鉄(～32)	鉄(32～)	ステンレス	アルミ
酸素	鉄の薄板から厚板まで使用されるアシストガス。レーザ光の照射による酸化熱を利用する事で厚板の切断に活用されます。	切断面に酸化被膜が形成される為、溶接時や塗装時には酸化被膜の除去が必要。	○	◎	×	×	○	◎	×	×
窒素	主にステンレス材の切断に活用されるガスです。ステンレス材の無酸化切断として活用され、溶接、表面処理への影響も少ないアシストガスです。	鉄系の材料の切断時には切断面が錆びやすい。	○	×	◎	○	◎	○	◎	◎
イージーガス	空気中から窒素を抽出して97～99%の窒素ガス濃度で切断を行います。若干では有りますが切断面が酸化します。	イージーガスを生成する専用装置が必要。	◎	×	○	△	○	△	○	△
圧縮空気	主にアルミ材の切断に用います。酸化の度合いが少なく塗装などには問題なく使用できます。	塗装を施工する場合には酸化除去が必要。	△	×	△	○	△	×	△	○

アシストガスの種類と材料毎、設備毎の選定表

レーザタレパン複合機について

7-1 レーザタレパン複合機の特徴

レーザタレパン複合機は1台設備に「タレパン」と「レーザ切断」の2つの機能を持たせた設備になります。

○:加工可 △:加工できるが不得手 ×:加工不可

設備 加工内容	タレパン加工	レーザ加工	タレパン加工事例
外形加工	○	○	パーリング エンボス ルーバー 半抜き（ハーフシャー） ビード 切起こし ランス
穴加工	○	△	
刻印（マーキング）	○	○	
複雑な形状加工	△	○	
エンボス	○	×	
パーリング	○	×	
タップ（ねじ加工）	○	×	
ルーバー	○	×	
半抜き（ハーフシャー）	○	×	
ビード	○	×	
切起こし	○	×	
ランス	○	×	
加工板厚(mm)	～3.2mm	～25mm	
加工速度 (m/min)	X方向:120 Y方向:80	170～340	

タレパン加工・レーザ加工それぞれの可能な加工内容

レーザ加工機に搭載される発振器が、「CO₂レーザ」から「ファイバーレーザ」に進化する事で、エネルギー変換効率は30%向上し、加工できる材料も銅やアルミ等の高反射材の切断が可能となってきました。

レーザタレパン複合機について

タレパン加工機の場合には材料をワーククランプで把持し、X・Y方向に移動させながら加工するため材料の裏面側に傷が付きやすいといった現象が発生します。以前には材料はフリーボールベアリング上に置いて加工する方式が多く、ベアリングの動きが悪くなると、傷付きの発生や、1 mm以下の薄板を加工すると最悪の場合凹み形状が付くことが有りましたが、最近では「ブラシテーブル」を採用する事で、ワークの裏面の傷防止対策をされています。



フリーボールベアリングテーブル



ブラシテーブル

レーザタレパン複合機の場合には、タレパン加工機と同じワークの保持方法（ブラシテーブル）を採用した設備となっています。

N C制御での穴抜き(円)加工は苦手な区分に属しています。直径10 mmの穴加工をタレパンの加工精度とレーザの加工精度で比較すると、レーザ加工での穴加工精度は若干落ちます。レーザタレパン複合機であれば、精度の欲しい位置決め穴などはタレパン加工し、ラフな穴加工はレーザ加工で行う等のプログラム上の工夫を図る事で精度の高いものづくりを提供する事が可能となります。

レーザタレパン複合機について

1枚のシート材（3×6材、4×8材等）から、複数種類の部品を取り歩留まりを改善する「ネスティング加工」が一般的ですが、ブランク加工後に行うチギリ（部品の分別）、仕上げ（バリ取り等）を行う工程まで、部品がシート材から外れる事無く移動する必要があります。このシート材と部品の繋ぎを「ジョイント」と呼びます。ジョイントには「マイクロジョイント」「ワイヤージョイント」等の方法があり下の写真に事例を紹介します。ネスティング加工を行う上で「ジョイント」の付け方が各社のノウハウとなります。

ジョイントの数が少なく繋ぎが弱いと、加工時にタレパンの金型に引掛け加工できなくなる現象が発生しますし、これを嫌って強固に付けると、シート材が部品を外す際に傷をつける、変形させるといった事に繋がりますのでジョイント方法は会社のノウハウと言っても過言では無いと思います。



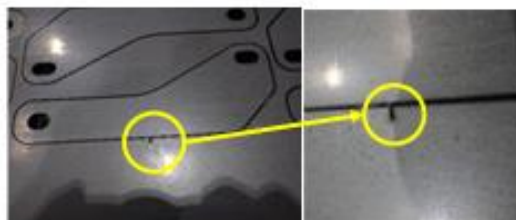
ワイヤージョイント



マイクロジョイント



マイクロジョイント



切断開始部でジョイント

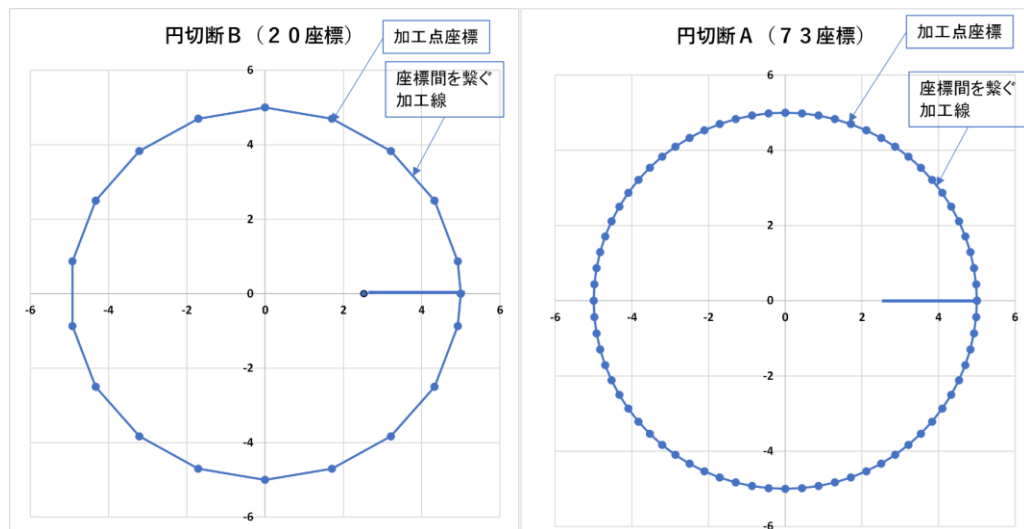
7-2 ブランク加工機の自動化

板金加工におけるブランク加工では、タレパン加工機、レーザ加工機、レーザタレパン加工機等の設備を活用し生産を行います。加工技術の高度化、NC制御の高度化が進み、加工速度も高速になり生産性も飛躍的に向上しました。こういった設備も材料供給装置を組み込むことで、夜間運転（近年では24時間稼働も可能）により生産性を高めています。これには、加工する部品のプログラム、材料の投入、加工時間の把握等、様々な加工技術や管理技術を用いる事が必要となります。

7-3 NC制御における「真円」加工

数値制御では、加工時に次々と加工点（座標）に移動し加工を進めていきます。座標間は円弧の指示で加工を行われます。下図は直径 10 mm の円加工の加工イメージ例ですが、円加工を行う場合の座標数が 20 点の場合と 72 点の場合では繋ぐ座標の数が異なり、20 点の方が粗くなり繋ぐ円弧は繋がりにくくなり「真円」にはなりません。

近年の NC 制御の進歩・搭載されるコンピュータの高速化により円加工を行うための座標数を増して限りなく円形状近くなってきていますが、厳密には「多角形」に加工される事から不得意と表現しています。



7-4 お客様の図面指定に対して考慮すべき内容

お客様の出される図面(製品図、部品図)は商品が機能するため(要求を満たす)のもので、機能に合わせて必要な公差を指定されてきます。例えば、JISで指定される一般交差から、はめあい公差まで記載がされる事が有ります。穴の公差でも $\Phi 10 \pm 0.2$ の指定から $\Phi 10 (+0.05 / -0)$ の指定まで様々な物があります。前記には 0.4 mm の公差幅が有りますが後記では 0.05 mm しかありません。同じ $\Phi 10\text{ mm}$ の穴加工でも指定される公差が変わる事から同じ加工方法では図面通りの仕上がりが望めない事になります。こういった場合の対処として、前記ではレーザ加工又はタレパン加工になり、後記ではタレパン加工となります。

こういった加工工法の使い分けによりお客様の要求を満たす商品を提供できるのが、レーザタレパン複合機と言えます。

7-5 NC制御設備の加工精度

同じNC制御の加工設備でも、プレス金型を製作するためのワイヤーカット機の加工精度は0.005mmと高精度な加工が可能となります。レーザ加工機の加工精度が ± 0.07 mmですから同じNC制御設備でも加工内容により精度が異なります。主なNC制御加工機の加工精度を下表に示します。切削加工機や金型を製作する為のワイヤーカット機は加工精度が求められるため高精度となっています。逆に加工時間を見ると加工内容が異なりますから一様にはなりませんがおおよそ逆転した加工時間となります。

NO	設備名称	加工精度
1	ジグ中ぐり盤/ジグボーラー	$\pm 0.003 \sim \pm 0.005$ mm
2	ワイヤーカット/ワイヤ放電加工	0.005mm
3	小型マシニングセンタ	$\pm 0.002 \sim 0.006$ mm未満
4	NC旋盤	0.01mm
5	レーザタレパン複合機	± 0.07 mm
6	タレパン	± 0.1 mm

会社名 : 高橋橋金属株式会社
住所 : 滋賀県長浜市細江町864-4
電話番号 : 0749-72-2221