

6. 穴あけ作業

準備項目：保護具

- ・安全メガネ

1) 準備

(1) 卓上ボール盤用工具：HITACHI, KIRA 社製
ボール盤

- ・樹脂ハンマー
- ・平行台(1組：大・小)
- ・万力(回り止めボルト 1set：ボルト・ナット・ワッシャー)
- ・チャックハンドル・ラジオペンチ・旋盤箒(小)
- ・切削油(油差し容器入り)・L型レンチ：M8用付

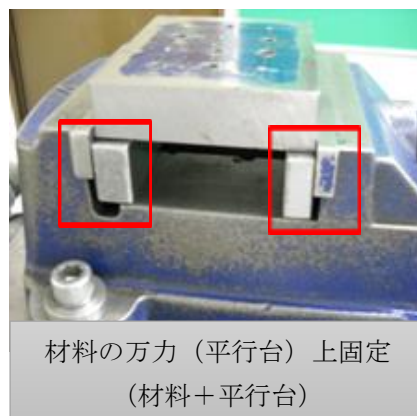
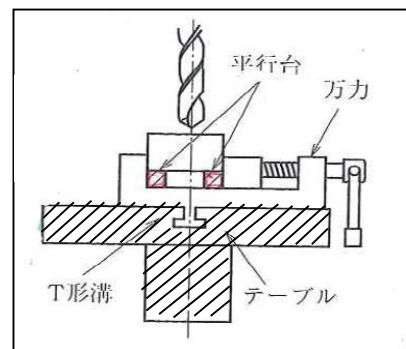


(2) テーブルに万力を止める(回され防止)

- ① 万力止め穴4箇所の内、右上1箇所を使用する。
- ② 専用のボルト・ナット・ワッシャーを使用する。

(3) 材料の固定

- ① 最初に用意するのは「鉄材」。
- ② テーブル, 万力, 平行台の清掃(切粉の除去)。
- ③ バリ, 打痕など有るときはオイルストーンを掛ける。
- ④ 平行台を万力に載せる⇒幅の広い方を固定側, 狭い方を移動側に置く。
- ⑤ 万力の溝にハマラナイ用にする。
- ⑥ 万力から, はみ出さない用に注意する。
- ⑦ 万力の平行台の上に, 材料を平らに乗せる。
- ⑧ 万力を締め, 軽く樹脂ハンマーで叩く(万力ハンドル)。
- ⑨ 万力に啞えた鉄材の中央を樹脂ハンマーで叩き水平になるようにする。
- ⑩ 平行台が手で押しても動かなくなるまで叩く(弾ませないように叩く)。
- ⑪ この作業はボール盤テーブルを左側90度回した位置で行う。
- ⑫ ドリルなどの刃物が有る正面の位置では行わない。刃物が手などに当たりケガをする。



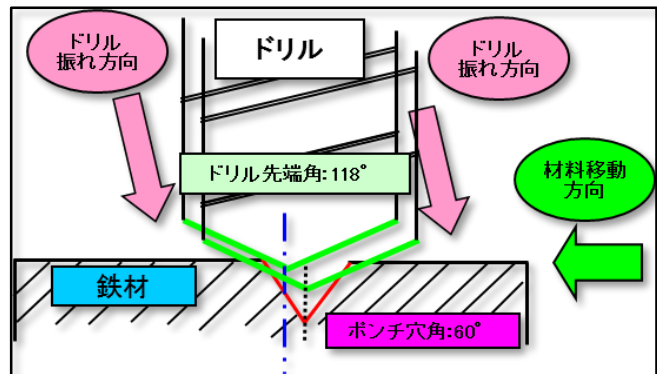
(4) 材料を固定する前に図面を確認し, 最初に明ける穴の確認をする(鉄材の小さい穴から加工する) ※ 印を付けるように指導する。

- ① M6の下穴φ5.1の4箇所から明ける(明ける位置4箇所にマジックで印する)。
- ② 小さい穴から明ければ穴あけ位置を間違えて明けても修正が出来る。

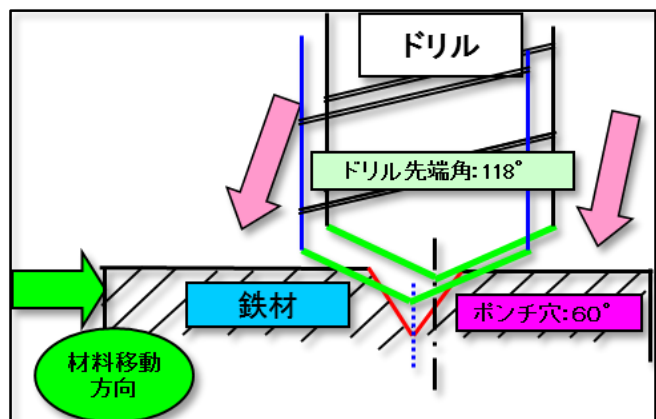
- ③ 小さい穴は大きく出来るが、大きい穴は小さく出来ない。
- (5) 穴明け作業順番は一人が4箇所（最初はφ5.1）明けたら、次の人と交替する。
全員がφ5.1を明ける。
- (6) 次にφ6.8（4箇所）を明け、φ9ーφ14 ザグリの加工をする。
- (7) 「鉄材」の加工が終わったら「アルミ材」加工に移る。
- (9) ドリルの取り付けは「5. 穴あけ加工の準備ー(6)ドリルの取り付け」を参照する。
※ ドリルの回転数は表に従い選定する。

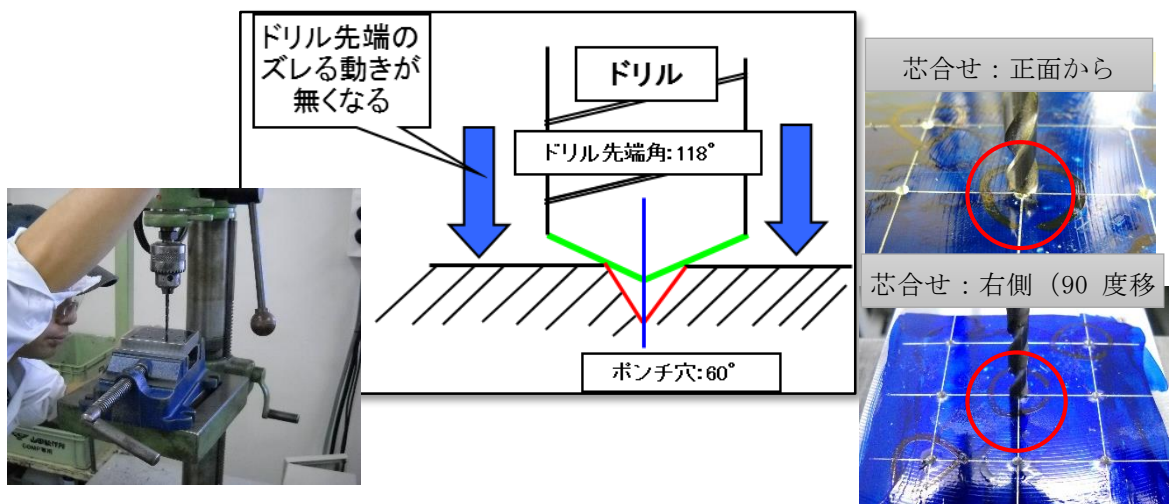
2) 加工位置決め（芯出し）

- (1) ボール盤テーブルを正面に移動する。
- (2) 目検討で明ける穴ポンチ位置とドリル先端位置を合わせる。材料とドリル間の隙間を10 mm程度とする。
- (3) ドリルを下げながらポンチ穴とドリル先端を合わせる⇒ポンチ穴にドリル先端が入る様にする。
- (4) 芯出しをし、左右位置を調整する。



- ① ドリル刃先角は 118°（度）で富士山のすそ野角度と同じ角度にする。
 - ② 正面から見てドリル先が逆さ富士に見えるようにドリルを合わせ（回す）、円錐面が見えるようにする。
 - ③ 刃先がポンチ穴に入る瞬間にズレている分、ドリルがシナル（移動・動く）。
 - ④ 図の様にドリル芯が左側にズレていると、ドリル刃が右側にしなる（動く）。
 - ⑤ この場合は、ボール盤テーブル（材料）を右側から左側に叩いて位置を合わせる。
 - ⑥ ボール盤テーブルを移動する場合は「テーブル固定レバー」を緩め位置合わせする（主に左右位置合わせ時に有効）。
- ※ 万力を叩いても位置合わせ（芯出し）出来るが、手順からするとボール盤テーブル位置で合わせた方が有効である。
- ⑦ この逆の場合は、ボール盤テーブル（材料）を左側から右側に叩いて位置を合わせる。
 - ⑧ ボール盤テーブルを移動する場合は「テーブル固定レバー」を緩め位置合わせする（主に左右位置合わせ時に有効）。



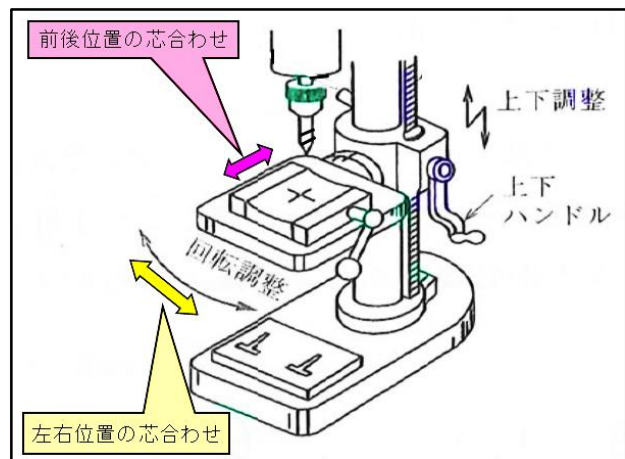


⑨ 左右位置が合うとポンチ穴に合わせた時、ドリル先端の動きが無くなる。

(5) 芯出しする⇒前後位置 (90度ズレた位置)。

- ① 左右位置合わせ同様にポンチ穴のドリルを合わせ芯出しする。
- ② この位置からでもドリルの先端が逆さ富士に見える様にドリルを回す。
- ③ テーブルは固定し、万力をプラスチックハンマーで叩き芯出しする。
- ④ 万力固定は専用ボルト1本で締める。
- ⑤ 右上のU穴に固定する。
- ⑥ 万力U穴の奥までボルトを入れて締める。このとき強く締めるとハンマーで叩いても動かない。

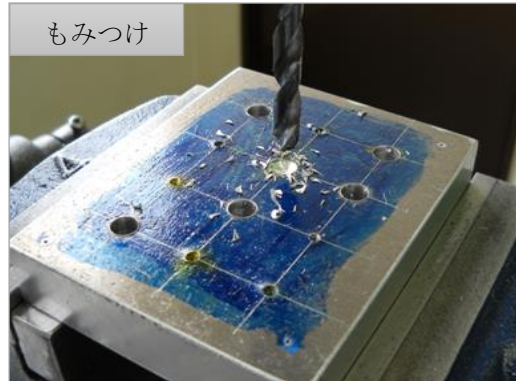
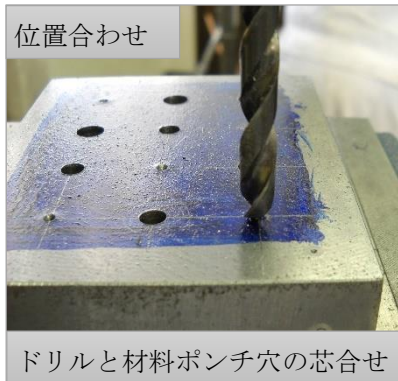
※ 締め加減とハンマー叩き加減のバランス加減要。



(6) 前後位置が合うとポンチ穴に合わせた時、ドリル先端の動きが無くなる。この状態が「芯が合った状態」。

(7) ドリルでもみつけする前に左右位置合わせの確認をする。

- ① 左右位置がズレていたら再度、芯出しする。
- ② 左右位置が合ったら、再々度前後の芯出しする。
- ③ 左右位置と前後位置の両方合ったら、次の「もみつけ」に入る。



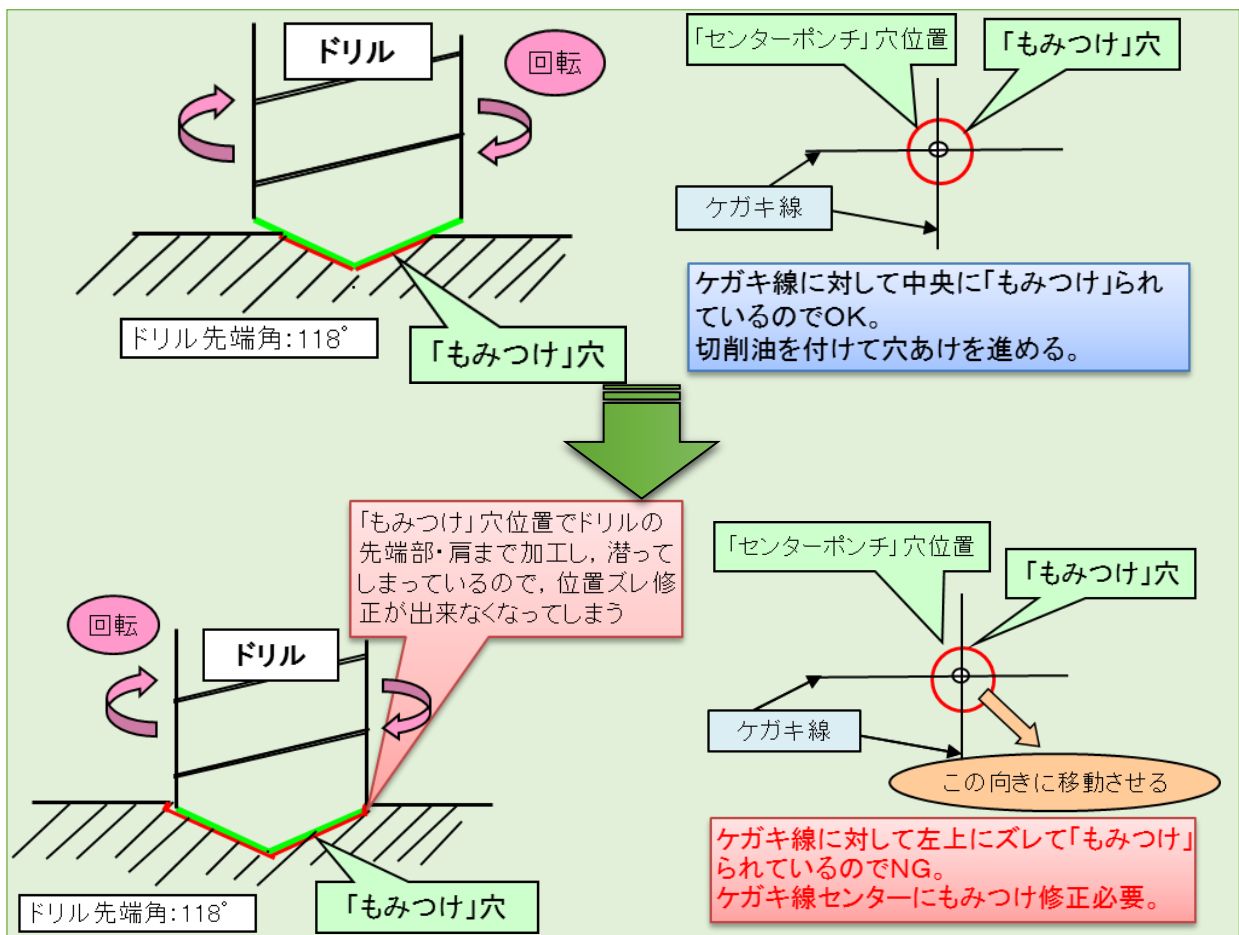
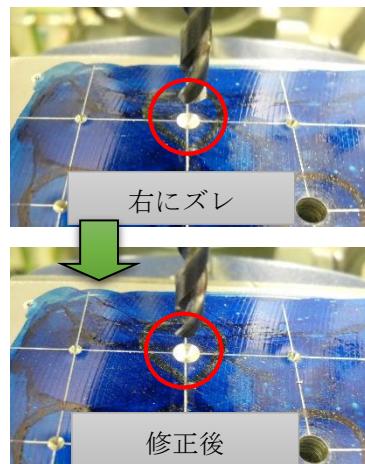
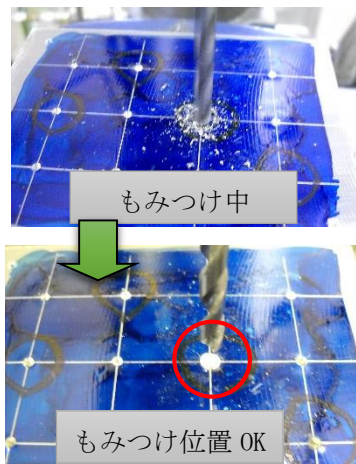
3) もみつけ

芯出し（芯合わせ）が終わったら、ドリルを回転させ試しに削ってみる。この時にドリル回転数の確認をする⇒次の「穴あけ切削条件（ボール盤）表」を参照する。

穴あけ切削条件(ボール盤)		<Y-Tec加工体感教育資料>	
課題材種	ボール盤メーカー (形式記号) ドリル径	HITACHI (B13SH) 回転数(N)	KIRA (NSD-13R) 回転数(N)
鉄	φ5.1ドリル	800min ⁻¹	750min ⁻¹
	φ6.8ドリル		
	φ9.0×φ14.0段付ドリル		
アルミ	φ6.8ドリル	800min ⁻¹	750min ⁻¹
	φ7.0ドリル		
	φ9.0ドリル		
鉄 アルミ	C1面取り裏表48ヶ所	500min ⁻¹	415min ⁻¹

- (1) ボール盤のブレーカーを入れる (ON する)。
- (2) ドリル回転起動スイッチを押す。
- (3) 押し込みスイッチなので押し切る (機械的に引っかかる)。
- (4) ドリルが回転する。
- (5) 左手で万力ハンドル部を掴み, 右手はスターハンドルを握り手前側にひく。スピンドル加工する。
- (6) ドリルが回転しながら下降するので加工部位を注視 ⇒被加工材料に軽く接触させる。
- (7) 深さ 1 mm 程度まで加工 (下降) するとお皿状の加工が出来る。これを「もみつけ」, 「試しもみ」と言う。
- (8) スターハンドルを戻し, ドリル回転を停止する。停止押ボタン SW を ON する。
- (9) 加工した「もみつけ」穴がケガキ線 (十文字) 交点の中央にあるか確認する。正面と横 (90 度向きを変える) の 2 箇所から確認する。
 - ① 「もみつけ」穴が小さくて見づらいときは, さらに「もみつけ」穴を大きくして確認する。ドリル刃先の 118° 円錐部分以内で留める。
 - ② 肩部より深く加工してしまうと修正できない。



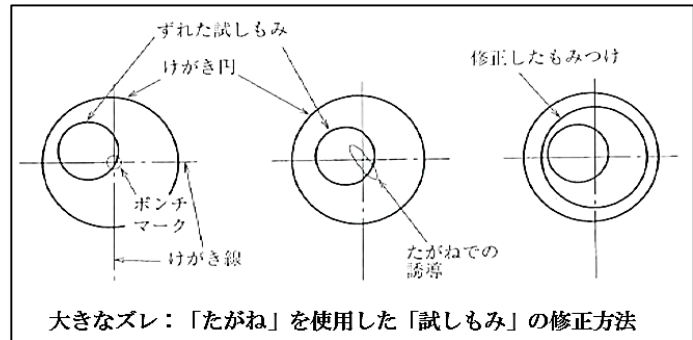


4) 「もみつけ」でケガキ線交点からズレた場合の修正

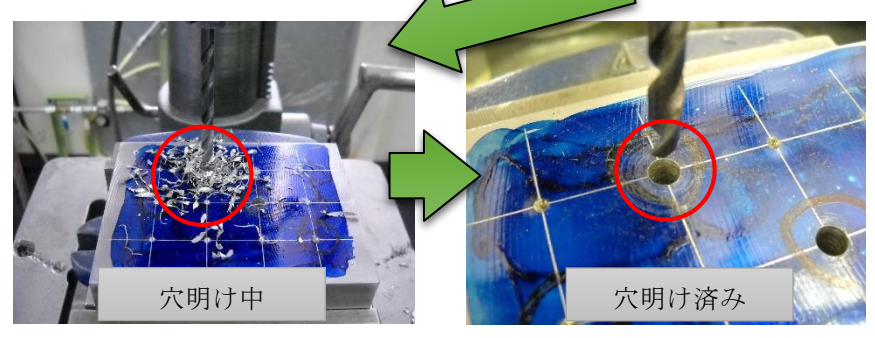
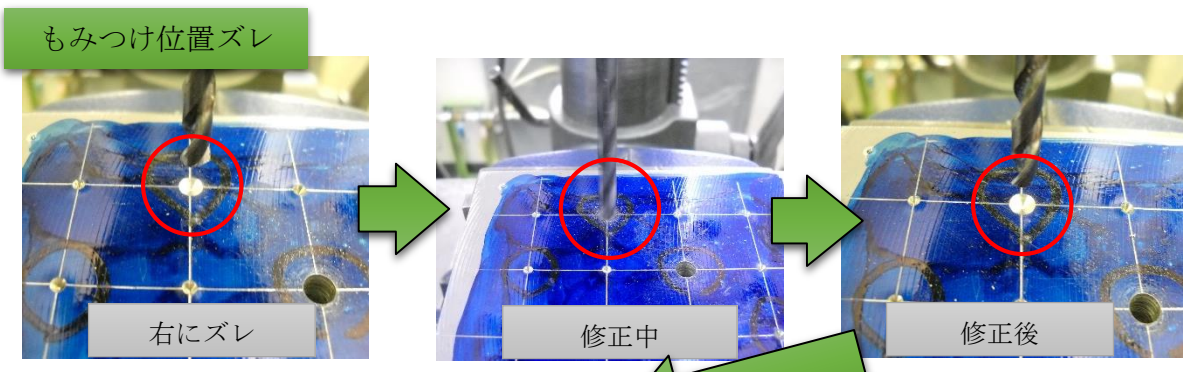
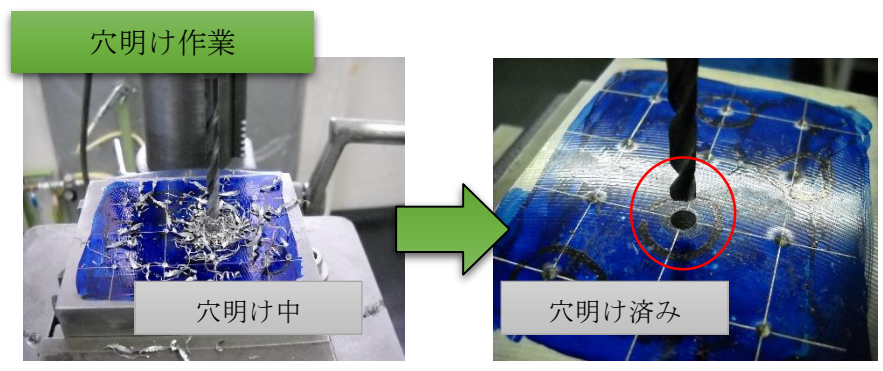
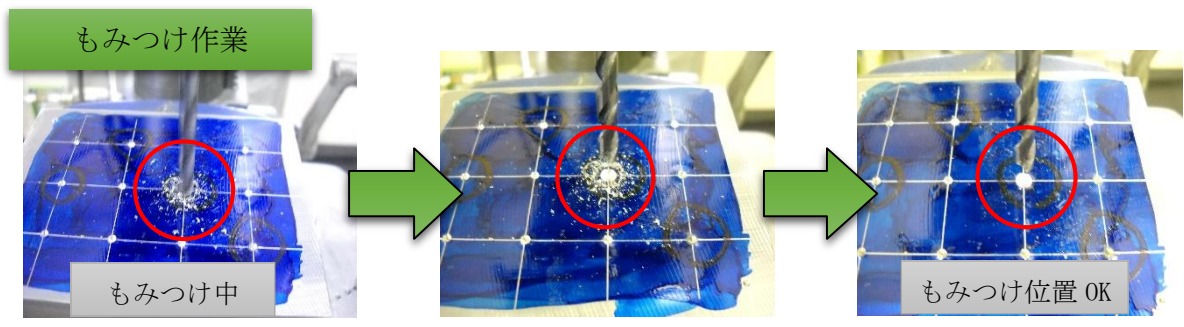
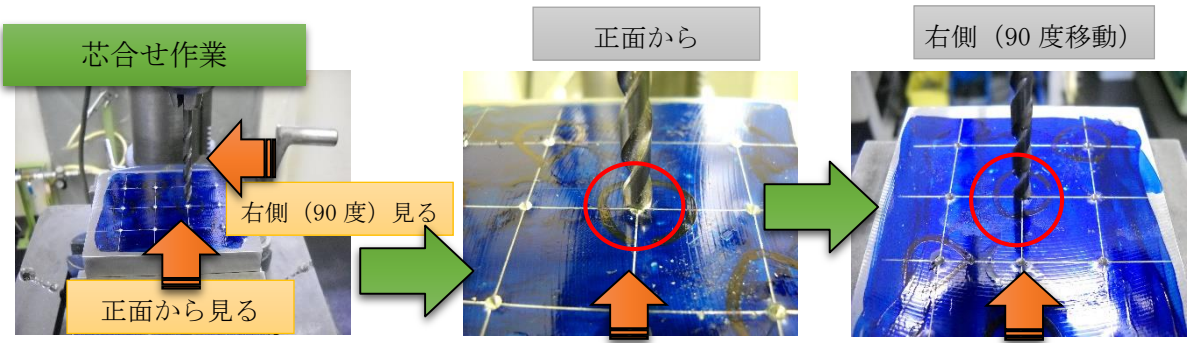
- ① 誰が見ても「もみつけ穴」がズレていたら必ず講師に打ち上げる。
 - ② 受講者だけでは修正が難しいので講師が修正する。
 - ③ 24個の穴を開ける内には、ズレる場合があるので修正も講習内容の一環として実施する。
- (1) 移動したい方向にドリルを移動する⇒ダイヤルなどで測定できないのでKKD（感・経験・度胸）で実施。

- (2) ドリル回転させて静かに接触させる⇒修正方向の位置だけ「片当たり」になる⇒エンドミルで削る感覚。
- (3) 時々ドリルを上げケガキ線の中央になったか、確認する。ドリル肩が潜ってしまう前に修正する事。

- (4) 大きくズレた場合は「たがね」を使用する（図の参照）。



※ ボール盤作業は、鉄材を先に穴けするが、このときに穴位置が大きくズレた場合は、ズレ量を測定し、そのズレ寸法分アルミ材のポンチマークを移動する場合もある



5) 貫通穴明け作業

鉄材で12箇所、アルミ材も12箇所の貫通穴を開ける。穴径・形状は図面確認。

(1)「もみつけ」を行い穴位置が出たら切削油を供給し、切削加工に入る。

① ステップドリリング実施+切削油供給。

② 最初は鉄材のφ5.1ドリル加工(4箇所:加工前にマーキングさせる)。

(2) 抜け際に要注意。チゼルエッジの芯圧(スラスト圧)が無くなるので急に下降し、回される事が有る⇒抜け際は送り速度を緩める。(回され防止)

(3) 穴が抜けたら「回転停止」をし、「ブレーカー切り」。テーブル固定レバー緩めてテーブル90度回転(刃物を避ける)。

(4) 材料・万力・テーブルの上の切粉を清掃する。

(5) 万力固定ボルトを緩める。

(6) テーブルを90度戻し回転しドリルの下まで移動する。

(7) 次の穴に対し2)加工位置決め(芯出し)からの作業を繰り返す。

(8) φ5.1ドリル加工4箇所が終わったら、テーブル上の切粉を払う。

(9) 材料を万力から外す。

(10) テーブルから万力を外しその下、ベース上・廻り、床面の切粉の清掃をする。

(11) 次の人が加工に入る。φ5.1ドリル加工実施。

6) 切粉の絡み付き除去と切削油の頻度

(1) ステップドリリングで切粉を切るようにする。

(2) ドリルに絡み付いたら回転停止し、用意してあるラジオペンチで取る。素手で直接接触らない。

※ 切粉はカミソリと同様な切れ刃が有り切りキズを負う。

(3) 切削油は「もみつけ」確認後に付ける。材料の厚さが20mmなので2~3回に分けて付ける(6~7mm間隔で塗布する)。

(4) 切削時の切粉排出状態や切削音状態でも切削油塗布する。

① 切削油塗布しても改善されないときは、加工停止し刃物や回転状況の確認をする。

② 同時に上長(講習会:担当講師)に打ち上げる。

(5) アルミ材加工の注意:

アルミ合金加工の時、ドリル先端に硬性刃先が付き、切削時・芯出し時(振れが正しく出ない)の悪影響が出る。

テーブル 90° 回転



7) ドリルの交換「段付きドリル」

- (1) 4箇所穴が明いたら次の穴明けに入る。
- (2) テーブルは90度回転移動。作業位置をドリル正面から移動し、刃物（ドリル）でのケガを防止する。
- (3) 材料を万力から外す。

- ① テーブルから万力を外しその下、ベース上・廻り、床面の切粉の清掃をする。
- ② 次の穴明けで使用するドリルの選定。φ6.8（M8タップ下穴加工）図面確認して対象の穴位置にマークを付ける。
- ③ φ6.8ドリル加工も、「5 貫通穴明け作業」～「6 切粉の絡み付き除去と切削油の頻度」の様に進める。
- ④ 次に「段付きドリル」加工の準備する⇒加工穴：「4-9キリ凹φ14↓9」の専用ドリルが有る。
- ⑤ ドリル回転数を変更する（「穴あけ切削条件」表を見て確認し、プーリーのVベルト位置の変更する）

- (4) ここは3～6の作業と同様に進める

※ 但しφ9ドリル部が抜けた所で一度回転停止させ、加工深さ合わせの指導をする。

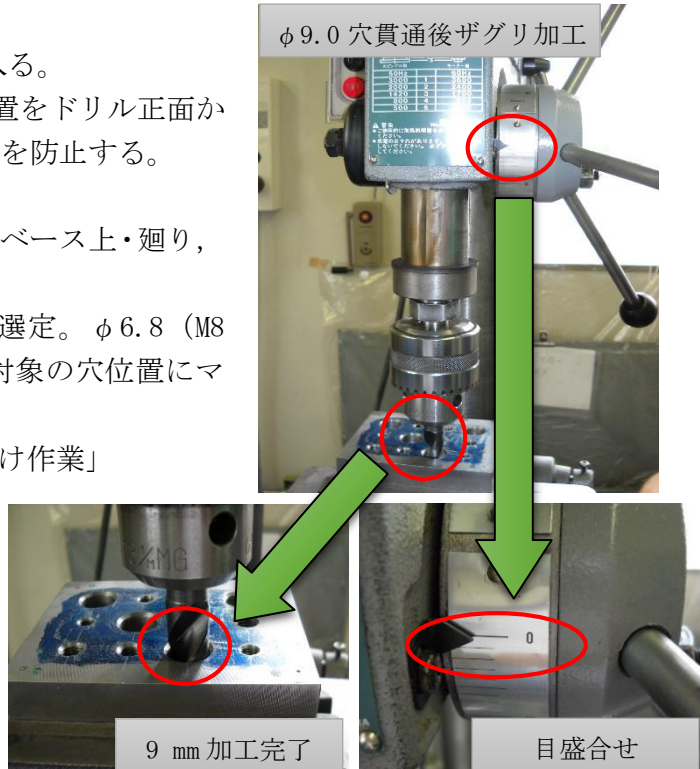
(ア) 2段目φ14ドリル部を深さ9mmまで加工する。

- (5) HITACHI ボール盤の場合：ブレーカー切りの状態。

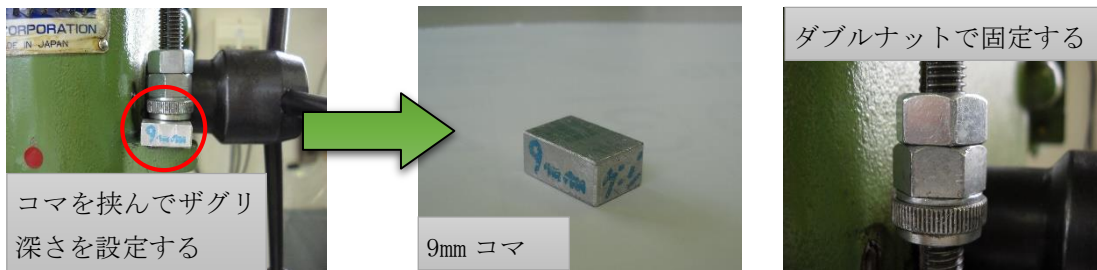
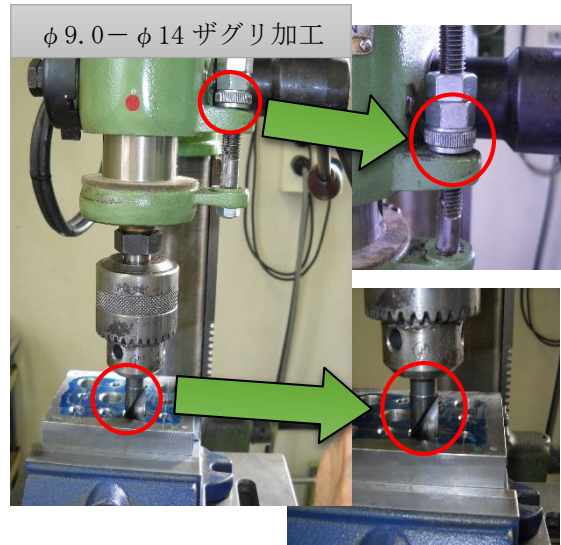
- ① φ14 ザグリの刃を材料まで下げる。
- ② ボール盤右上ダイヤル（回転式）の固定ボルト緩める。
- ③ ダイヤルを回して9目盛に合わせる。
※ φ14 ザグリ刃部は材料に当てて置くこと。
- ④ これで9mm切り込むと「ダイヤル0位置」になりストッパーに当たり下降停止する。
※ ドリルを下降させ、深さ位置の確認をする。
- ④ ブレーカーONにし、切削油を付け、ドリル回転SW入り。
- ⑥ 先に明けたφ9穴に沿って刃物を下降する。
- ⑦ ソフトタッチで材料に当てる。
- ⑧ 荷重を掛け切削する。（有る程度負荷を掛けないと「ビビリ」が発生する）
※ 指導時：主軸下降ハンドルと一緒に手を添えて送り負荷を体感させる。
※ 深さ9mm近くなると「ビビリ」が出るので要注意。

- (6) KIRA ボール盤の場合（ブレーカー切りの状態）。

- ① φ14 ザグリの刃を材料まで下げる。
- ② ボール盤右上目盛付き固定具のダブルナット緩める。
- ③ 厚さ9mmの合わせコマ（専用として作成：アルミ製）をストッパー部とナットの間に当てる。
- ④ ナットで挟んだ状態でダブルナット固定する。



- ※ $\phi 14$ ザグリ刃部は材料に当てて置く事
- ⑤ これで 9 mm 切り込むと「ダブルナット」がストッパーに当たり下降ハンドルが停止する。
 - ⑥ ブレーカーON にし、切削油を付ける。ドリル回転 SW 入り。
 - ⑦ 先に明けた $\phi 9$ 穴に沿って刃物を下降する。
 - ⑧ ソフトタッチで材料に当てる。
 - ⑨ 荷重を掛け切削する。(有る程度荷重を掛けないと「ビビリ」が発生する)
- ※ 指導時：主軸下降ハンドルと一緒に手を添えて送り負荷を体感させる)。



- ※ 加工の済んだ穴に「M8 ボルト」を入れ、頭が出ないか確認する。引っ込んでいれば OK
- ⑩ 4 箇所加工が済んだら、次の人が加工に入る。

穴あけ切削条件(ボール盤)		<Y-Tec加工体感教育資料>	
課題材種	ボール盤メーカー (形式記号) ドリル径	HITACHI (B13SH) 回転数(N)	KIRA (NSD-13R) 回転数(N)
鉄	$\phi 5.1$ ドリル	800min ⁻¹	750min ⁻¹
	$\phi 6.8$ ドリル		
	$\phi 9.0 \times \phi 14.0$ 段付ドリル	500min ⁻¹	415min ⁻¹
アルミ	$\phi 6.8$ ドリル	800min ⁻¹	750min ⁻¹
	$\phi 7.0$ ドリル		
	$\phi 9.0$ ドリル		
鉄 アルミ	C1面取り裏表48ヶ所	500min ⁻¹	415min ⁻¹

8) アルミ合金材加工

- (1) 鉄材の加工が(全員)終わったら、ボール盤周りの鉄系切粉を清掃し片付ける。
(アルミ合金と鉄の分別収集の実施⇒再利用する際に分別する(売却単価も違う))。

(2)アルミ材料の用意する⇒加工図面を見て、小さい穴から加工する。M8 下穴（ $\phi 6.8$ キリ）から加工。

※ 研修者に質問する：

Q. どの穴から加工するか？

A. $\phi 7$: M6 ボルト貫通穴でなく M8 下穴（ $\phi 6.8$ ）から加工する

(3)M8 下穴の位置に印を付ける。

(4)切削油の交換（粘性の低いもの使用）。

(5)アルミ材は、ドリル先端が硬性刃先になりやすいので要注意。

① 硬性刃先では、ポンチ穴との芯合わせが難しい。

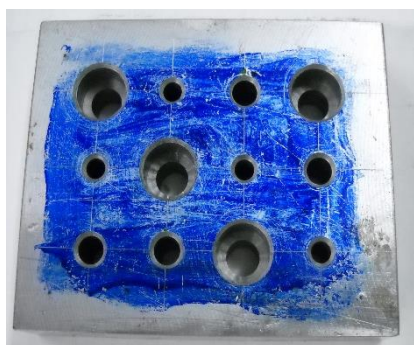
(6)穴あけは「鉄材」と同様に進める。

(7)アルミ材の加工が（全員）終わったら、ボール盤周りのアルミ系切粉を清掃し片付ける。

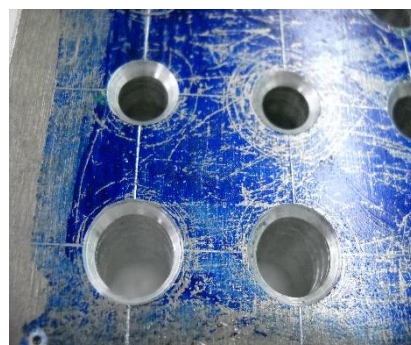
① 受講生に説明

切粉（アルミ合金と鉄）の分別収集の実施。

有価物として再生業者へ売却する際に分別が必要（売却単価も違う）。



$\phi 9-14$ ザグリ加工済み(鉄)



$\phi 5.1, 6.8$ 加工済み (アルミ)