

第5回型技術Web基礎講習会 何度でも 基礎から学ぶ金型加工 ～研削・放電・切削 加工～

日時：2022年5月19日（木）13:00～16:55

開催場所：オンライン講習（Teams会議室）

主催：(社)型技術協会

協賛：(社)日本金型工業会

金型の設計製作に携わる技術者の方々を対象とした基礎講習会です。

- ・入社1～2年程度の若手技術者の方々
- ・技術はわかっているけど理論を理解したい、もう一度基礎を固めたい中堅技術者や現場の方々

次回は、9月に「切削(工具)、CAD/CAM、CAE」を、12月に「型材料、表面処理/熱処理、測定/幾何公差」をテーマとするWeb基礎講習会を予定しております。今回のWeb基礎講習会のテーマから引き続き、金型加工に必要な技術を取り扱い、金型加工の一連の流れを学習できるように設定しております。年間を通しての基礎講習会の活用をご検討ください。

是非、ご参加ください！

といし & 研削加工の基礎

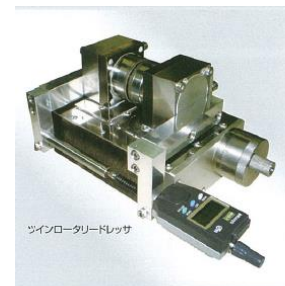
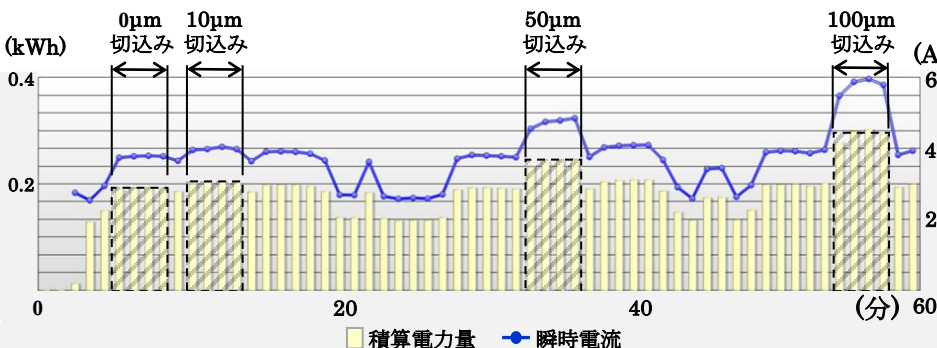
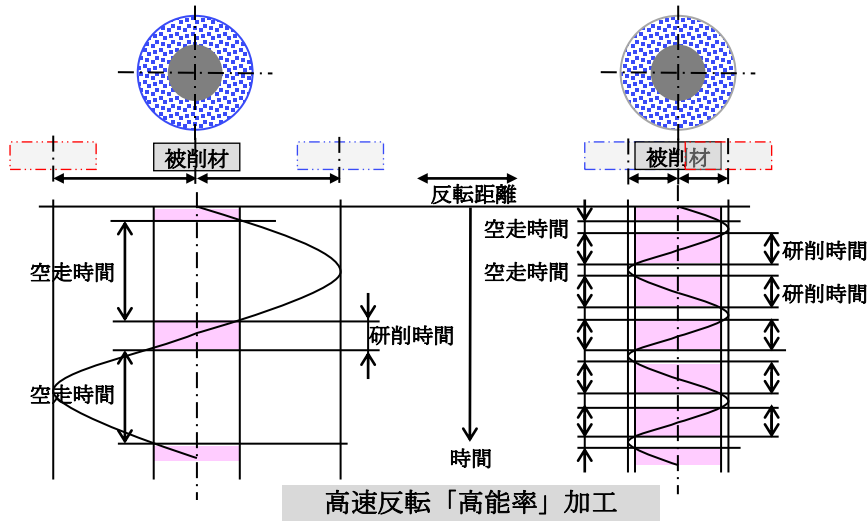
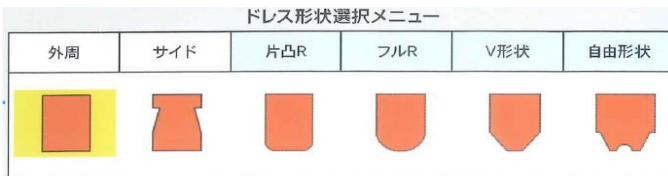
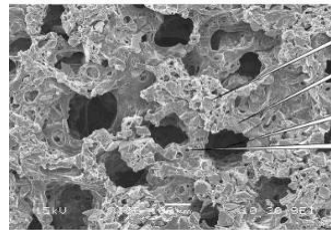
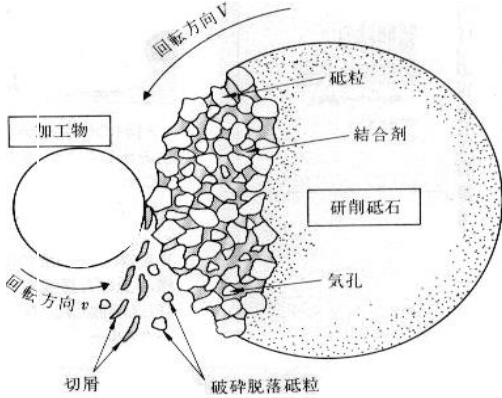
1. 研削と研磨
2. 研削といし & 切削工具(刃物)
3. といし成型 & 成型研削

4. といし成型の周辺機器
5. 汎用研削 & CNC研削
6. 高能率研削加工

【といしの3要素】

砥粒、結合剤(ボンド)、気孔の「3要素」から構成されている。

1. **砥粒**は加工物を削り取る
(切れ刃)の役目
2. **結合剤**は砥粒を結合保持
3. **気孔**は切り屑の逃げみち、
冷却作用



基礎から学ぶ放電加工

1. 放電加工の概要（工作機械の分類、放電加工機の歴史）
2. 放電加工の基礎（放電加工原理、特徴）
3. 形彫放電加工機（形彫放電加工の概要、要素技術、加工事例）
4. ワイヤ放電加工機（ワイヤ放電加工の概要、要素技術、加工事例）

工作機械の分類

工作機械とは、工業用材料を、必要な形状、精度に加工する機械

「切削、研削、せん断、鍛造、圧延等により金属、その他材料を有用な形にする機械」

工作機械で用いられる代表的な除去加工法

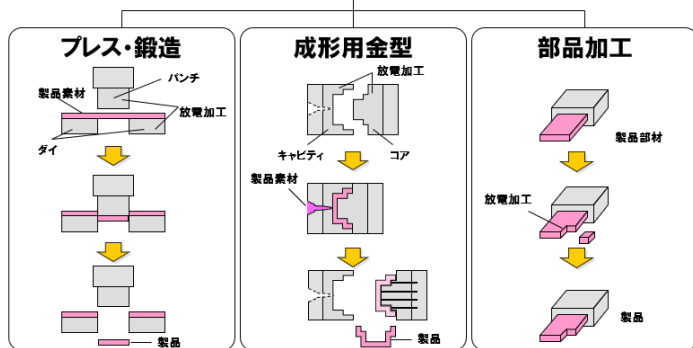
切削加工	工作物回転による切削	旋削（ハイト）
	工具回転による切削	フライス削り（フライス工具） 中ぐり（ハイト） 穴あけ・ねじ立て・リーマ（ドリル） 歯切り（歯フカサ）
	工作物または工具の直線運動による切削	平面削り（ハイト） 形削り・立削り（ハイト） フローラ削り（フローラ） 曲線形削り（レニオンカッター・ラックカッター）
研削加工	固定砥粒による研削	研削（ホーニング） （ラップ（乾式））
	遊離砥粒による研削	（ラップ（湿式）） ホーニング（液体） （パレラ）
特殊加工	切削・研削以外のもの	放電 電解 電子ビーム レーザー ウエービング 超音波

放電加工

- ・形彫放電加工
- ・細穴放電加工
- ・ワイヤ放電加工

放電加工の基礎

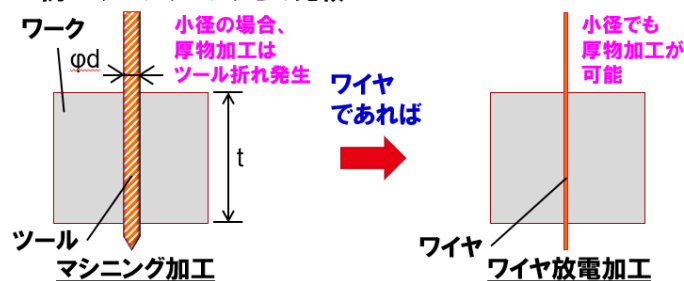
主な適用分野



ワイヤ放電加工とは？

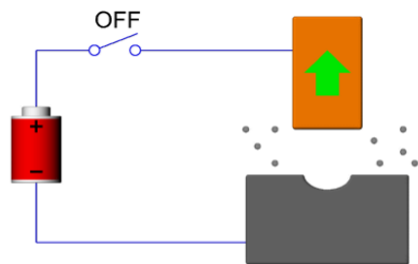
メリット1：高精度な異形状加工が可能

<例：マシニングセンタとの比較>



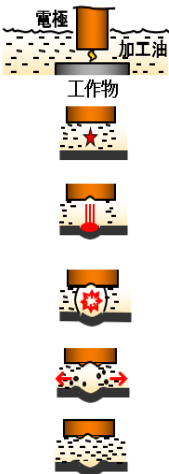
小径加工が可能なワイヤ放電加工では高精度な異形状加工が可能

放電加工の基礎



- ・電極と被加工物の距離を再び離すと加工屑が飛び散ります。
- ・ここまでの動作を繰返し行うことで徐々に加工が進みます。

形彫放電加工とは？



- ① パルス電圧と加工液を電極と加工物間の隙間に供給
- ② 電極が降下して加工物に近づき、油の絶縁が壊れ、電流が流れて火花放電が発生
- ③ アーク柱ができ電流が流れ、ワークとワイヤの一部を溶解させる
- ④ アークの熱で周囲の油が一気に気化・膨張し、局所的な爆発現象で溶けた金属が吹き飛ばされる
- ⑤ 電流が停止し、アークが途絶えて加工部が冷却され、くぼみ（クレータ）が生成される



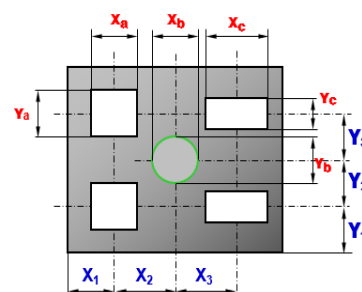
図2 形彫放電加工機の加工中の様子

ワイヤ放電加工機の加工性能

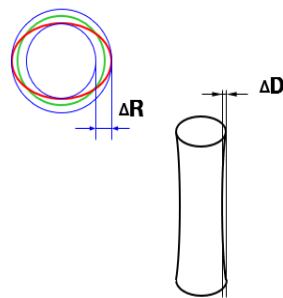
(1) 面あらさ

(2) 加工精度

- ① 寸法精度：Xa, Ya など
- ③ 端面位置決め精度：X1, Y1
- ⑤ 真直度：ΔD



- ② ピッチ精度：X2, Y2 など
- ④ 真円度：ΔR



金型製作における切削加工の基礎と品質向上のポイント

<基礎編>

1. 切削加工とは
2. エンドミルの加工方法
3. ボールエンドミル加工と面品位

<応用編>

1. 金型加工面の不具合要因
2. 金型加工面品位向上のために

エンドミル加工の公式

切削速度・回転速度

$$N = \frac{1000 \times V_c}{\pi \times D_c} \quad (\text{min}^{-1})$$

V_c : 切削速度 (m/min)
 D_c : 工具径 (mm)
 N : 回転速度 (min^{-1})
 π : 円周率 (3.14)

送り量・送り速度

$$V_f = f_z \times z \times N \quad (\text{mm/min})$$

f_z : 1刃当りの送り量 (mm/刃)
 V_f : 送り速度 (mm/min)
 z : 刃数
 N : 回転速度 (min^{-1})

切屑排出量

$$Q = a_e \times a_p \times V_f / 10^3 \quad (\text{cm}^3/\text{min})$$

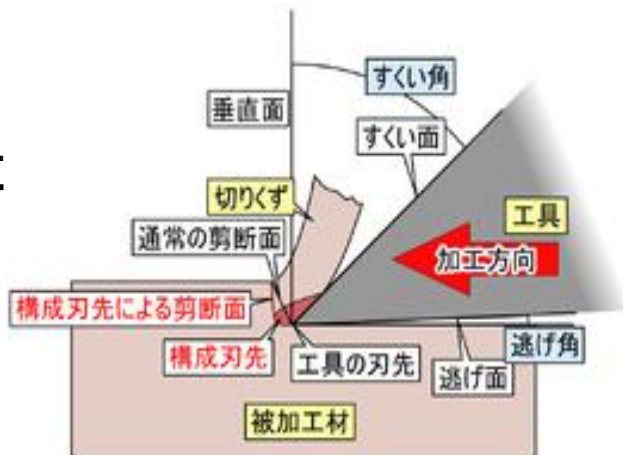
Q : 切屑排出量 (cm^3/min)
 a_e : 切削幅 (mm)
 a_p : 切込み (mm)
 V_f : 送り速度 (mm/min)

所要動力

$$P_c = \frac{a_e \times a_p \times V_f \times k_c}{60 \times 10^6 \times \eta} \quad (\text{kW})$$

P_c : 所要動力 (kW)
 k_c : 比切削抵抗 (N/mm^2)
 η : 機械効率 (0.7~0.8)

切削加工の原理



カスプ高さについて

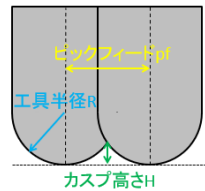
- ・ カスプ高さ H を求める計算式

$$H = R - \sqrt{R^2 - (pf/2)^2} \approx \frac{pf^2}{8R}$$

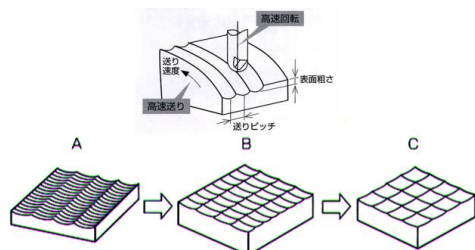
pf: ピックフィード
R: 工具半径

R15 のボールエンドミルを使用する場合

ピックフィード pf(mm)	カスプ高さ H(μm)
0.1	0.08
0.3	0.75
0.5	2.10
0.7	4.10

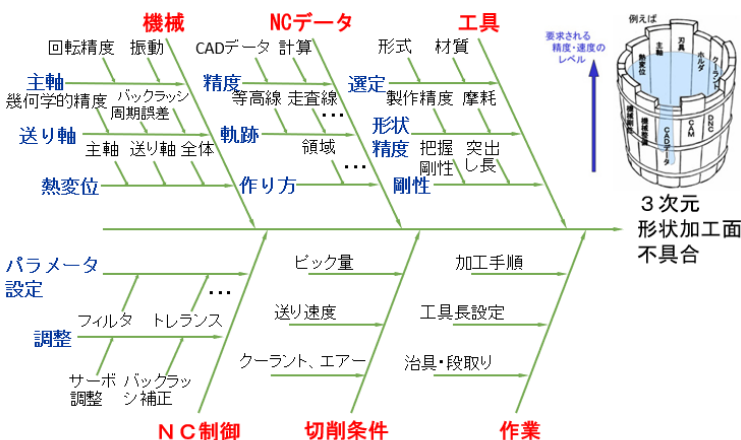


金型加工面品位向上のために



実際は1刃よりも1回転と考えた方が現実的
(仕上げ面は1刃の方で決まるのが大半)

不具合原因となる技術要素



3次元加工面不具合の原因=多くの技術分野にまたがる

工具振れの差による加工目変化

工具の振れで加工目が大きく変わるので調整が必要

