

金属加工の今昔（放電加工とワイヤカット）

建設、機械系（機械システム工学科） 落合 一雄

はじめに

室蘭工業大学も、近年研究分野の裾野が広がり多岐に渡った研究が行われている様で、それなりに工業大学として充実してきた感に思われます。金属には余り縁のない研究補助をされている技官の方も多いかと思います。しかし金属で作られた道具等を使わない事はないでしょう。もし忙中閑の折りにでも、この金属の加工物がどのように作られたのかを考えるのも、金属加工への興味の沸いてくるところと思います。ここではそれらの金属加工法のほんの一部の概略ですが報告にまとめてみました。

1、金属の歴史

金属が人間の要求によってそれぞれの形状物が作られるようになったのは、余りにも古く考古学的にも明瞭ではないようです。エジプト早期の王朝時代の古墳やエジプト文明の遺跡から多くの銅製品等が発見されたり、また、紀元前1600年頃のエジプトの第18王朝時代に描かれたと思われる、砂鉄を溶解する絵が残っているという事実からしても、人間がいかに古くから金属を使うようになったかが伺えるかと思えます。

2、金属の基本的加工手段

人間が金属をどのような方法で加工していたかという事です。金属を加工するにも現在のように工作機械のない時代の事です。その時代の加工法は、現在のさまざまな加工法の基本でもある鑄造、鍛造、手仕上げ、という3つの作業工程によっていたものと考えられています。

：鑄造：熱によって金属を熔融し砂によって作られた型（鑄型）の中へ熔融金属（溶湯）を流し込み冷却凝固させ形状物を作り上げる方法。

：鍛造：金属塊、或いは、ある程度加工されている形状物の形を更に整え、強度をも持たせるため再び加工物を加熱し柔らかくしてハンマー等によって打ち叩くという方法。

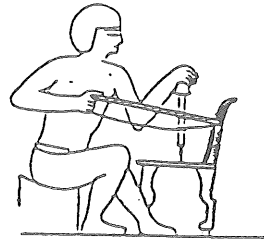
：手仕上げ：ヤスリ、砥石、たがね、きさげ等の手工具をつかって行う作業。

このようにして加工物が完成されるという実に手のこんだ手法で、金属の加工が行われたということです。この方法は非常に多くの労力と時間をかける事になりますが、しかし、その半面大切な材料を無駄なく加工する手法でもあったわけです。やがて時代が進につれ人間の欲望として、短時間でより多くの物が作れないか考えるのも極めて自然な発想でしょう。

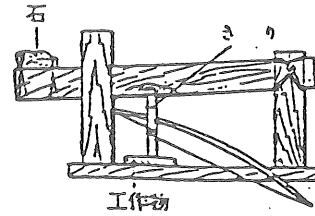
3、工作機械の起源と各種工作機械

始めて工作機械が考案されたのはボール盤であるといわれています。人類が火を起こす事を発見し、それを基にして弓きりが作られたのが、ボール盤の起こりであろうと考えられています。

紀元前4000年頃、弓きりを改良して木に穴をあける道具が作られたそうです。18世紀に入って大砲の砲身に穴あけする縦型の穴あけ機械が作られその後急速に金属を加工する各種工



弓きり



BC4000年頃の穴あけ機

械が出現しました、そのなかでも旋盤の出現は金属加工の作業能率が極めて向上したと言われています。金属を加工する工作機械といえば誰もが旋盤と答えるほどです。その金属を切削する旋盤は1797年、

今から約200年前にイギリスの技術者、ヘンリー・モーズレーが既存の木工旋盤の改良に努力し、金属加工に多大な貢献をしたとされています。その後様々な加工に応じて各種の工作機械が開発され、旋盤をはじめフライス盤、研削盤、その他、多種多用の工作機械が出現する事により、金属加工の加工時間の短縮と生産能力が極めて向上したことは承知の事実であります。

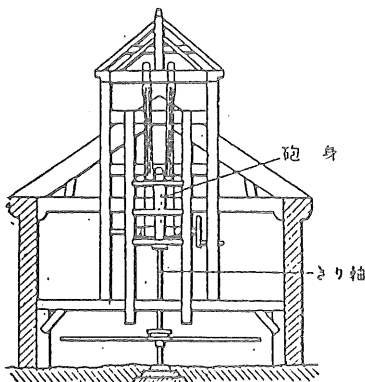


図-1

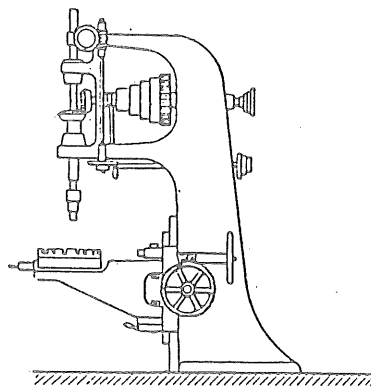


図-2

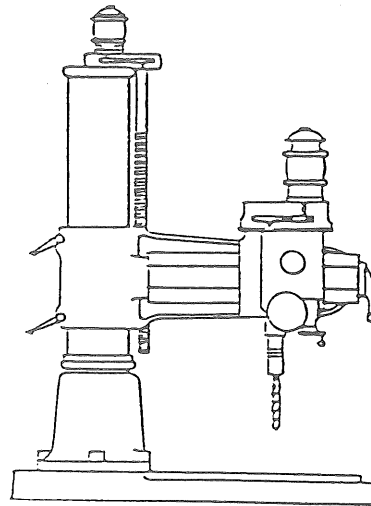


図-3

図-1は、18世紀に入って大砲の砲身に穴をあける立型の穴あけ機械で、砲身はきりの軸上に吊りさげ、下からきりを、馬5頭で回転させ穴をあけたとされています。

図-2は、1862年のウィットウオースのボール盤ですが、ウィットウオースはイギリスの技術者で、アメリカの機械技術者のセラーズと共に旋盤の改良に大きく貢献しウィットウオースねじ、或いはセラーズのねじ等を制定したことは、誰もが知るところです。

図-3は、現代のきわめて一般的なラジアルボール盤で、加工物を動かさずにきりを移動することによって、複数の穴あけが出来るようになっています。

(参考) 加工物に穴あけする場合、ドリルの回転数は、勿論ドリルの材質、加工物の材質、又ドリルの径によって違います。削り速度は、約15~30m/min位で、送り速度は、0.03~0.6mm/revで使い分けると良いかとおもいます。

工作機械のなかで最も広く使われているのは、旋盤であります。図にありますように昔から旋盤らしきものはありました。しかし現代のような形態になったのは、モーズレーの旋盤が出現してからといわれています。モーズレー以前の旋盤はバイト（刃物）の取り付け装置がなく、作業者がバイトを支持台でささえ、手で動かしながら作業をしたとされています。（現在でいう木工旋盤です）したがって製品の仕上がりは、その作業者の熟練度によって大きな差があり、精度はまったく期待出来ないありさまであったようです。

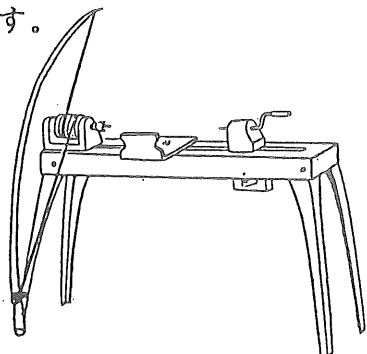


図-4

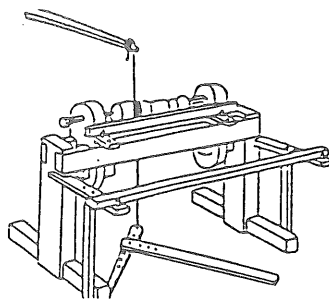


図-5

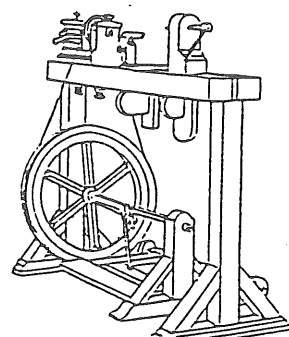


図-6

図-4は、弓旋盤です。左手で弓を押したり引いたり、前後に動かすことによって工作物を回転し、右手で刃物を操作し加工物を作製します。

図-5は、棒旋盤です。棒旋盤は、加工物の回転を足に移し、両手によって様々な操作ができるようになったことです。しかし、弓旋盤の発想から抜けきれず、弓のひもの一方を、弾力のある棒、或るいは、適当な木の枝等に固定しなければならぬという不都合があったようです。

図-6は、足ふみ旋盤です。工作物への、回転方法が同一の旋盤の中に取り入れられたことです。この方法は、後にミシンの足ふみ動力等に取り入れられました。

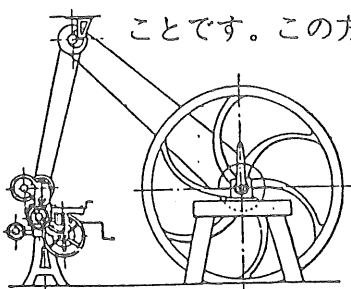


図-7

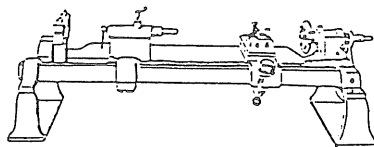


図-8

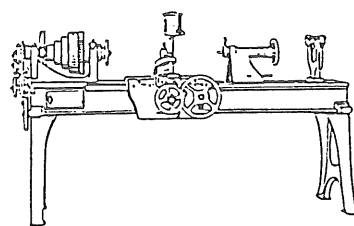
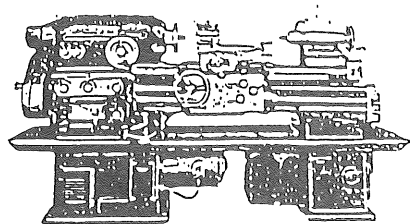


図-9

図-7は、日本初期（大正時代）のはずみ車を利用した手まわし旋盤です。

図-8は、モーズレーの旋盤でバイトを刃物台に取り付け自動送りが出れます。

図-9は、セラーズの旋盤（1873年製）



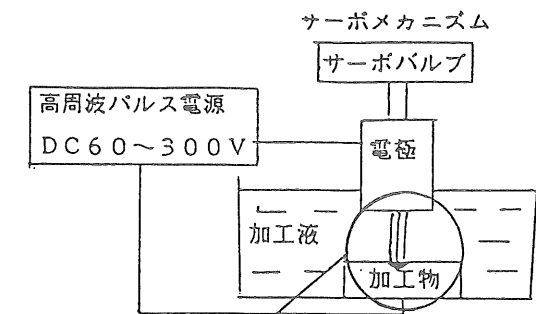
左の写真による旋盤は、昭和時代に入ってから全歯車式普通旋盤です。その頃はベルト掛け段車式のものから電動直結全歯車式のものへと進歩していきました。しかし、一時期両機種が同時に使われていたこともありました。

4、加工寸法精度と特殊工作機械

人間の欲望には限りがない事は先にも述べましたが、一定の生産が安定することにより、つぎには寸法精度の向上を目指す方向に力が注がれる様になります。旋盤、その他の一般的工作機械にて加工される加工精度は、100分の数ミリといわれています。しかし、現在では加工物によってはミクロンオーダーの加工精度が要求される事が多くあります。高寸法精度に加工する場合は、放電加工機、ワイヤカット放電加工機、或いはレーザー加工機、超音波加工機、等など、いわゆる特殊加工機分野で行われる事が多い様です。

最近では、加工する素材も多種多様です。各種金属材料はもとより、プラスチック材などもあります。金属或いはプラスチック材で同一形状物を、より高精度にしかも大量に作る際など、射出成型機、プレス加工機等が使われますが、そのとき当然金型というものが必要になってきます。金型とは、金属材料に任意の形状を掘りこみ、そこへ加熱する事によって流動性をよくした素材を一定圧力で加圧することによって加工物が作られるということです。この金型によって大量に加工物を作るわけですから、当然耐摩耗性に優れた硬い材料でなければならず、通常の工作機械では加工が非常に困難です。従って放電加工機あるいはワイヤカット放電加工機によって加工されるということになります。

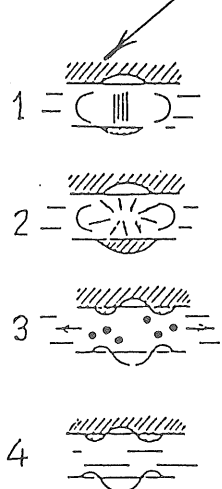
5-1 放電加工機（加工原理）



放電加工機の原理としては、加工液中で、電極と加工物をサーボメカニズムによって極めて微小な間隔を保持させます。そこへ電圧を与えることにより極間にスパークを発生させ、そのスパークの発生熱によって、加工物の表面層を少しずつ除去するという仕組みです。

図-10は、スパーク熱と加工液の圧力で加工されていく過程です。

図-10



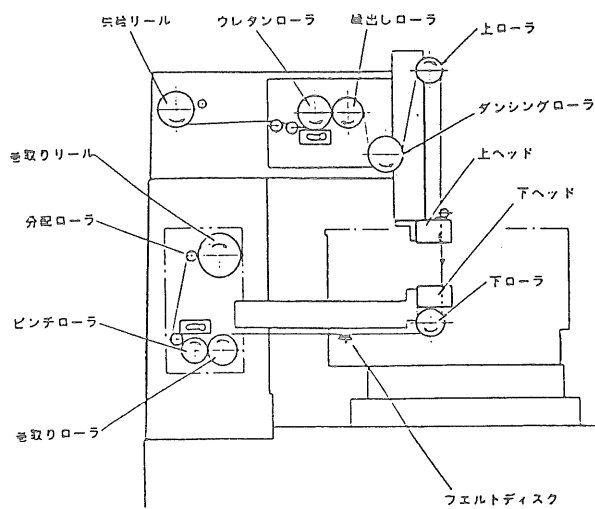
- 1) 電極と加工物とが数ミクロンの距離に近かざくと、まず距離の一番短い所で火花が飛びます。火花は細いアークの柱となり、非常に電流密度の高い電子の流れとなって加工物の一点を叩きます。電子の流れは、ここで熱となり、タングステンをも溶かす高温になります。
- 2) 加工物と電極間に大きな圧力が生じます。
- 3) 金属の溶けた部分は、小さな丸い固まりとなって、加工液中の中へ吹き飛ばされます。
- 4) 溶けた金属が吹き飛ばされた後には、加工液が入りこみ、残っている熱を急激に奪いとることになります。

※ この過程は1/1000~1/500000秒の極めて短い時間の中で行なわれています。

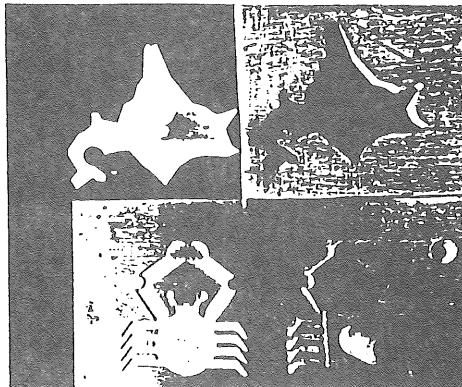
5-2 ワイヤカット放電加工機

ワイヤカット放電加工機は、その名のごとく細いワイヤを電極として、それから放電する事によって金属を加工する機械です。繊細な形状物の加工に使われます。とくに放電加工の電極を作る時など多く使われます。

現在では、三次元加工機があります。当室工大の機械システム工学科にあるのは、二次元加工機です。ワイヤの直径は0.2ミリです。一般の工作機械では、加工出来ない極めて狭い間隔をもつ加工物の加工が出来ます。勿論、加工は数値制御方式で指令しますが、寸法単位は1000分の1ミリです。交点など1000分の5ミリ以上の違いがあればときとして機械が動かないこともあります



ワイヤカット概略図



- 北海道の型は、厚さ10mmの銅板にワイヤカットしたものです。
- 蟹をワイヤカットで加工し、それを電極として放電加工したものです。

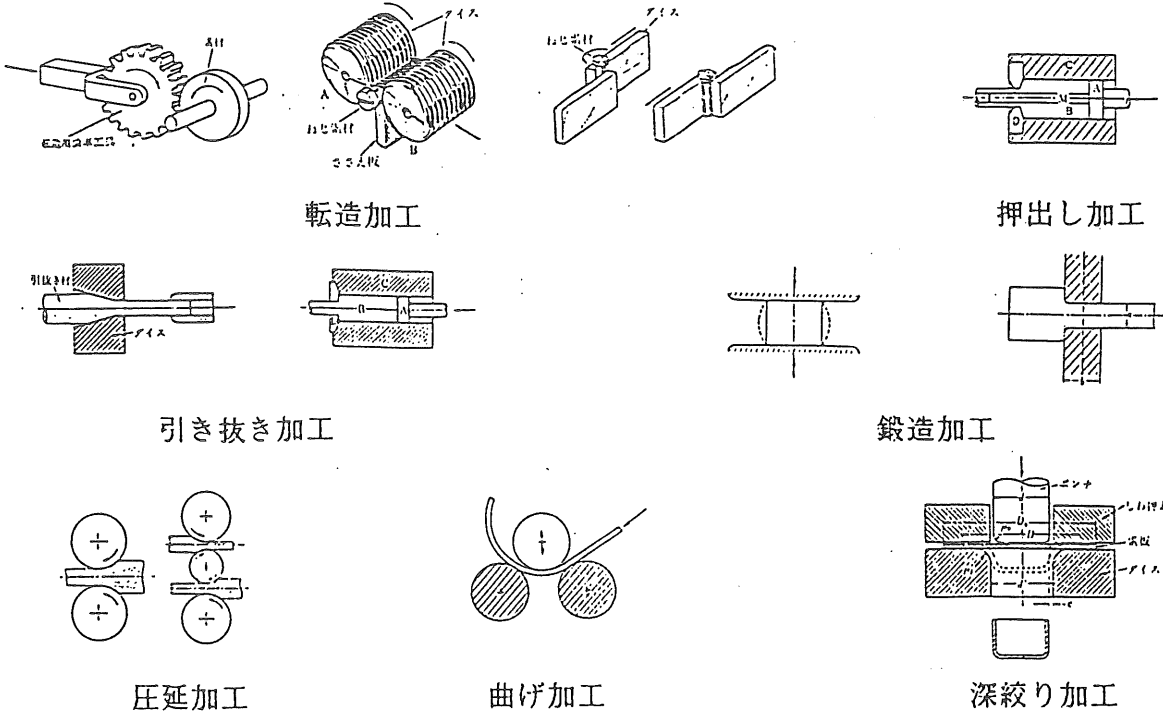
以上、放電加工機とワイヤカット放電加工機のはんの一部のさわりについて述べましたが、寸法等の指令は1000分の1ミリで指示しますが、出来上がる加工物の精度は必ずしも、その精度で出来るわけではありません。指定された寸法精度に加工する為には、様々な加工条件を経験的に積み重ねていくしかありません。

6、除去加工法と塑性加工法

金属加工の昔から現代への移り変わりを考えてみましたが、加工上の問題点は、まだまだ山積しています。例えば放電加工、ワイヤカット放電加工にしても、ある程度複雑な形状で、その寸法精度も一定の精度に加工出来るようになりました。しかし加工時間が極めて長いという欠点などは、これからの課題ともいえるでしょう。

一般的な工作機械、そして特殊工作機械の一部をまとめてみましたが、いずれの方法も、一個の素材から必要としない素材部分を削り取って加工するという加工法が、除去加工法です。そして、もう一つの方法に、素材を熱し軟らかくして、叩いたり、押しつぶしたり、引っ張ったり、曲げたりることにより、加工する方法を塑性加工法といいます。塑性加工法には、転造加工、引抜き加工、押し出し加工、鍛造加工、深絞り加工、圧延加工、曲げ加工等などがあることを参考まで付け加えておきます。

塑性加工法のいくつかの加工例を図に示します。



7、おわりに際して

人間は、これからもそれぞれの用途に応じた加工材をより短時間に、そしてより精度の良いものを作り出す事を目指していくことでしょう。しかし、この先、いかに時代が進もうと金属の加工方法は、昔からの基本的方法である鋳造、鍛造、仕上げ、などによる基本要素は変わらないとおもいます。

そして、寸法の精度をより高精度に仕上げ、本質的に人間が気に入るような形、或いは精度にするためには、やはり、最終的には人間の手に依らなければならないと言うことを、一言付け加えておきましょう。

参考文献

| | | |
|------------------|-----------|------------|
| 徳丸 芳男 | 機械工作法 (3) | 実教出版 (株) |
| 竹中 則雄 | 機械製作法 (2) | コロナ社 (株) |
| 葉山 益次郎 | 塑性と塑性加工 | オーム社 (株) |
| 橋本 三郎 | 鋳鋼講話 | 鉄鋼新聞社 |
| 放電加工機実習資料 | | 三菱電気 (株) |
| ワイヤカット放電加工機マニュアル | | 牧野フライス (株) |