

摩 擦 切 削

河 村 正 彌 ・ 歌 川 正 博

高速回転する金属圓板に切斷しようとする材料を押し付けると、摩擦によつて材料を切斷することができる。摩擦鋸 (Friction Saw) といつて一部の工場では實用されているが、切削作用の理論的研究や圓板の材質、硬度、形状、圓周速度、および被切削材料の種類等に關して詳細に研究された例はないようである。筆者等は現在これ等の實驗を行つてゐるが、面白い現象や應用價值のある性質が次第に判明してきた。生産工業方面に利用すると極めて有利なことがあるのでその概要を述べてみたい。

1. 各種の切斷方法の性質

現在金属材料の切斷作業には各種各様の方法が用いられているが、そのいずれにも利點と缺點とがあり、時と場合によつて使いわけをする必要がある。摩擦切削もその一種であるが、これを説明するに先立つて主な切斷方法の利害得失を明かにする必要がある。以下順次に略述してみる。

a) ペンチ、ハサミ、タガネ、ヤスリ、手鋸

これらの手工具は携帯用として絶對有利な方法であることもちろんであるが、被切斷材料の小さな時にかぎられる。細い銅線や軟鋼線等はペンチで十分切れるが切口がつぶれることは大きな缺點である。細い針金を切口をつぶさないできれいな面に切るとは極めて困難なことである。ハサミは主に薄板に用いられるが、これも返りが出るのが大きな缺點である。タガネは 30 mm 以下位の材料の切斷には極めて有利であり、切込みを入れてハンマーで打撃する方法は原始的のようであるが他の追従をゆるさぬ便利な點があり、熔斷のできない不銹鋼の棒材、板材の切斷はこの方法にかぎる。ヤスリも非常に重寶な工具であるが軟質材しか切れないし、むしろ各種切斷方法の返り取りとして使用する面に價值が多い。手鋸は軟質小形の材料にかぎられるし、労力は最も大きく寸法の正確は期せられぬ。

b) 弓鋸盤、円鋸盤、帶鋸盤

材料切斷に最も廣く使用されているのは弓鋸盤である。低硬度の材料の切斷には大して問題もないが、加工性の悪い特殊鋼の切斷には鋸刃の耐久性が大問題である。200 mm 位の材料切斷に 2 本も 3 本も鋸刃が參つて

しまうことはめずらしいことではない。高速度鋼の鋸刃はこの場合極めて利用價值があるが、價格の點で難點がある。円鋸盤は切斷面の平滑さや能率の點で弓鋸盤に遙かにまさつてゐるが、切代の大きな點と刃物の價格が斷然高くつく點で弓鋸盤に對抗できない。帶鋸盤も同様に刃物の折損は重大問題で、能率は極めてよいが歡迎されない。

c) 旋盤

品物を旋盤のチャックにくわえて突切りバイトで切斷するのは最も簡單で切口の綺麗に仕上る方法である。寸法の決め方も正確にできるし直徑 0.3 mm 位のものから 600 mm 或はそれ以上のもまでおよそ棒状のものなら何でも切斷できる方法である。刃物がきわめて簡單なために決定的に有利な切斷法である。ただし板状のものや旋盤に取付け難い形状のものや、硬度の高い材料には利用できない。小物の大量生産の場合突切りの最後にヘソができるが、出ベソも引込みベソも生産技術者のなやみの種である。これだけは何か別の方法例えばヤスリで削り取らねばならないからである。

d) 形削盤、平削盤

旋盤の場合と同様に簡單なバイトで切斷作業ができる。板状のものや腕の出たような旋盤に取付け困難なものの切斷に便利である。

e) フライス盤

円鋸の刃と同様なメタルソーという刃物で切斷が行われる。カッターの中では最も簡單な刃物であるから廣く用いられている。切落す作業よりむしろ溝を入れるような切込み作業に最も重寶である。

f) ボール盤

たくさんの孔を一行に明けて厚板から材料を切取つたり、厚板の中央に窓を開ける作業には最も手輕な方法として用いられる。錐そのものが安價な工具であり、ボール盤は何處にでもあり作業に熟練を要しない點と時間が案外早い點で喜ばれる。もちろん切口はお話にならぬ凸凹であるが、豎フライス盤等と組合せれば何の支障もない。こんな方法も時と場合によつて推奨すべきものである。

g) 剪斷機、押切機

手工具の缺の大型なものが剪断機であり、ペンチの大型のものが押切機である。剪断機切断は板材に有利であるが、返りが出ること、切口がきれいでないことはやむを得ない。帯状の材料にはロール・シヤアが絶対に有利である。高温加工の場合押切機による切断は極めて便利であり、切口の多小の變形が支障ない場合例えば鍛造工場などでは棒材の切断に特に重要である。

h) 高温鋸盤

普通ホット・ソーとよばれる大型の機械で、鋸刃は直径 2~3m, 厚 10~15 mm, 30~50 馬力の電動機で廻轉し、あらかじめ爐で赤熱した棒材を切断するのであるが、材料が低硬度の状況なので鋸刃は高炭素鋼でも耐久性はよく、滅多に刃の研磨を要しない位である。材料工場特に大型壓延工場にはなくてはならない重要な機械である。缺點は大設備を要すること、被切材の温度が低下するとたちまち切断不能に陥り、無理をすれば刃物が破損する點である。壓延工場でホット・ソーに故障が起ると、壓延ロールの方は遠慮なく壓延しなければならないので、長い太い棒材がどんできて冷却し、故障がなおつても長い壓延材は最早爐に入らないので、結局酸素切断か鋸盤加工で大變な手間を掛けなければならないような珍妙な事態が起ることがある。

i) 研磨盤、高速度切断機

研磨盤では高硬度の材料の加工ができるから、刃物で切断できないような硬度の材料を冷間加工するには砥石車を用いるこの種の方法より外仕方がない。一般の研磨盤は切断が目的でないから不便であるが利用はできる。

研磨砥石では切代が大きくなつて材料が無駄になること、時間がかかること、また低硬度の材料の切断は砥石が目づまりして切断が進行しない缺點がある。

切断砥石を用いる高速度切断機は切代も小さく 0.5~2 mm 程度で切口のきれいさは他の如何なる方法よりもすぐれている。難點は砥石が割れやすく、大量生産工場で生産用に用いることは不經濟である。結合剤にゴムを用いた砥石はゴムの焼ける臭氣が不快な缺點もある。しかし熱處理材の切断は刃物では不可能であり、また高温加工をすると材料組織が變化することがあるため切断砥石にまさる方法はまず有り得ない。あまり頻繁でなく材料を切断する場合や試験片採取には最も便利な手段である。

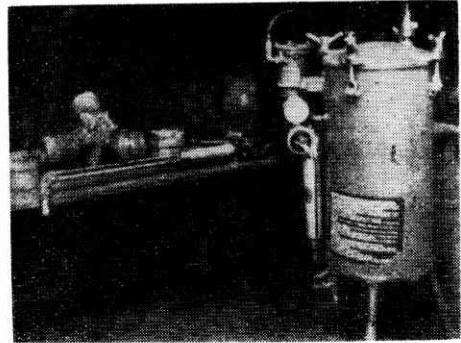
j) 酸素切断

酸素アセチレン焰による切断は最も手軽に太い材料でも切断できるが、切口がきれいでないし最も大きな缺點は切断面が高温に晒されていることである。したがつて熱處理材を切断すれば断面附近は焼鈍されて低硬度、低強度になることは避けられないし、焼鈍材を切断する場合炭素鋼なら害がないが、特殊鋼の場合には自硬性の強い材料が多いから切断面は焼入組織となり、ヤス

りも刃物もかからない硬度になつてしまう。切断後爐に入れて焼鈍すれば支障のない場合もあるが、品物によっては爐に入れられぬ場合もある。このように組織の變化が問題になる時は大きな缺點を持つているが、一般には極めて有利な方法で特に最近吹管の研究その他で切断面の綺麗な切断ができるようになり、作業時間も速くなつたことは一層その價值を高めている。

k) 酸素鐵粉切断

英國の Erit'sh Oxygen Co. が Powder Cutting と稱して最近に開拓した方法で注目すべきものである(第 1 圖)¹⁾。15 氣壓の壓縮空氣でタンクから鐵粉を導き吹管から噴出させて、酸素アセチレン焰で燃焼させるもの



第 1 圖 Powder Cutting

15 氣壓の壓縮空氣でタンクから鐵粉を導き、吹管から噴出させて酸素アセチレン焰で燃焼させる。従來酸素切断の困難であつた不銹鋼や鑄鐵などの切断も容易である。

である。焰の温度が高いこと、非酸化性であることから従來酸素切断の極めて困難であつた不銹鋼や鑄鐵、ニクロム、銅等の切断も容易にできるようになつたし、切断面がきれいであるが、自硬性材料の切断面硬化や熱處理材の強度低下は避けられない。

1) 摩擦切断機

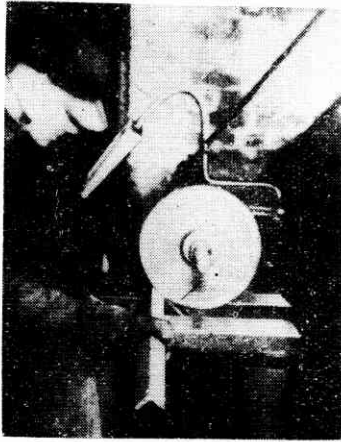
最後に摩擦切断があるが、これが本稿の目的であるから項を改めて述べる。

2. 摩擦切断

従來比較的に稀ではあるが實用されている方法に摩擦切断機なるものがある。高速回轉円板で切断することは既述の通りであるが、その一例は約 20 年前に Ryerson 社が完成したもので、50 馬力の電動機に直径 1320 mm、厚さ 10 mm の円板状刃物を取付けてあり、材料を押付けるとたちまち赤熱して前述の高温鋸盤と同様に火花を散らして切断が進行する。²⁾ この機械は海軍などで防弾鋼板を切断するのに利用されたこともあるが、装置が巨大なことと強烈な音響を發することとで今日まで大して發展をみていない。

前記程の大仕掛なものだけでなく5馬力前後の小型の摩擦切断機は鋼管製造所やサッシ(窓枠)工業、自轉車工業方面では便利に使用されている。自轉車のリム、パイプ、サッシのように薄肉中空のものや、特殊断面の板金材では鋸盤では鋸刃が引掛つて折れてしまうし、剪断機では品物がつぶれてしまう。酸素切断は能率が悪く、砥石では不経済であるがためこの方法が最も有効である。

1926年ライブチヒ市場に出品されて注目を引き、その後 Electric Arc Cutting & Welding Co. Newark, N. J. で研究された方法に電弧摩擦切断とでも稱すべき方法がある(第2圖)³⁾。これは被削材と円板との間に電圧を與



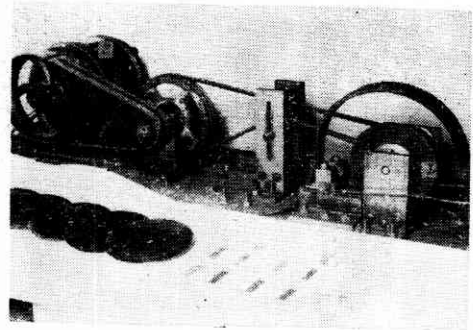
えるもので、円板と材料の間には電弧が生じ、材料は電氣的に熱せられ、切削作用としては摩擦鋸のように作用するものである。原理として注目すべきものであるが、發達の途上に第二次大戦があつたことと、円板に熔融した材料が固く熔着し、除去が極めて困難である點などで現今まで大した進展を示していない。

第2圖 電弧摩擦切断 被削材と円板との間に電圧をかけると、その間に電弧が生じ、被削材は電氣的に熱せられ、切削作用としては摩擦鋸のように作用する。

次に回轉する円板に研磨劑を附着させて切断する方法がある。前記の切断砥石と摩擦切削との中間をゆく方法であるが、發展の可能性の多いものである。現在のところ利用されているのは萬年筆の金ペンを割る作業である。すなわち高速回轉する0.06mm位の銅の薄い円板に研磨劑の糊状のものを附着させ、研磨劑を銅の中にめり込ませて金ペンを押付けるものである。金ペンの先のイリドスミン等の硬質合金は熔接したものであるから、金ペンだけなら剪断機で十分割目を入れることができるが、硬質合金が飛んでしまつては何にもならない。このような摩擦切削をやれば硬質合金も眞二つに切割することができる。弓鋸状の刃のない帯に研磨劑を與えて切断する方法は大理石加工等に廣く用いられているが、これも一種の摩擦切断である。

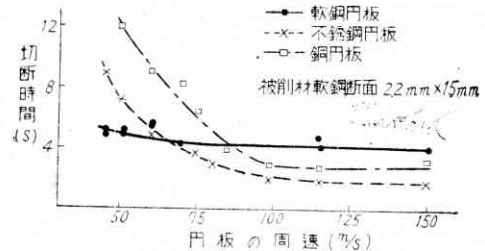
3. 摩擦切削の實驗的研究

前述のように一部の摩擦切削はすでに實用にも供されているが、^{4)~7)} 円板の材料、被切削材の種類、円板の周速、切削壓力、切削時間等に關して他の機械切削のように實驗された例がないようである。筆者等は第3圖に示



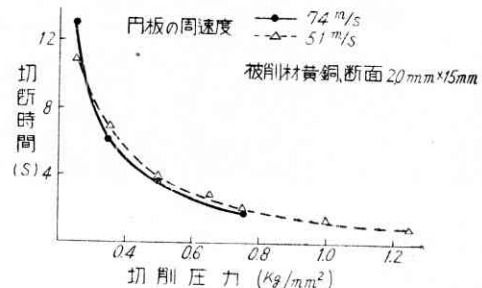
第3圖 實驗裝置 高速回轉する円板(1)は電動機(2)から平ベルト、Vベルト等によつて驅動される。試験片は(3)に取付け、分銅によつて円板に押付ける壓力を變えることができる。手前の左側は交換用の円板、右側は試験片。

すような装置で各種の實驗を行つた。すなわち1は高速回轉する円板でVベルト、平ベルト等によつて電動機2で驅動される。3は試験片取付装置で分銅によつて種々の壓力で試験片を円板に押付けることができる。表紙寫眞に示すように円板は火花を散して材料に喰込んでゆく。一定の試験片を切断して時間を測定しながら円板の材質、周速、形狀、厚さ等を變えてゆくと種々複雑な關係があることがわかる。興味のある一例をあげると第4圖に示すように、縦軸に切断時間、横軸に円板の周速を取



第4圖 円板の材料による特性: 軟鋼の円板では周速による影響が少ない。

つて見ると、銅、不銹鋼の円板は低速では切味が悪いが高速になると切断時間は急速に減少し80m/sec位からほぼ一定になる。ところが軟鋼の円板ではこの影響が極めて鈍感であることがわかつた。又切削壓力と切断時間の關係を示すと第5圖のようにほとんど双曲線に近いこと



第5圖 切削壓力と切断時間との關係 ほとんど双曲線状を示す。

もわかつた。この外円板の周圍に切込を入れたものや、円板の縁を斜めに薄くしたものと等數種のものを試験して見たがそれぞれ特徴のある性質を示し、このようにすると特に切斷面の平滑さと返りの出方に敏感な影響を及ぼすことがわかつた。

高速度鋼の熱處理材のような高硬度のものでも秒の桁で切斷できるし、切斷面の加熱される影響も、切斷砥石による切斷方法には及ばないとしても、酸素切斷のように廣範圍を赤熱してしまうことはないから害は少ない。また円板はほとんど磨耗しないといつていいから、耐久性があつて經濟的であり、破損することはほとんどない。この點切斷砥石では不經濟で困る場合に利用すると有利である。軟鋼棒を鑄込んだ鑄物の大量生産に當つて軟鋼棒を切斷するのに、刃物では附着している鑄物砂のため

バイトがたちまち參つてしまい、切斷砥石では 1 日 30 枚も 50 枚も消耗して困るような場合があつたが、摩擦切削で解決がついたこともある。

筆者等は目下實驗を繼續中であり、今後いろいろ面白い結果が得られると思うが、現在までに得た結果と切斷法の概要を述べた次第である。

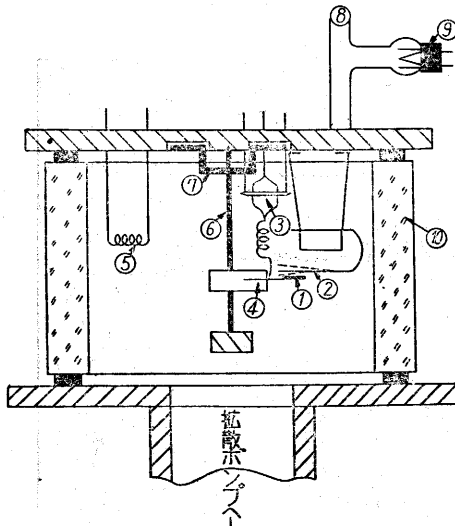
文 献

- 1) Machinery Lloyd vol. 21 (May 7, 1949) p. 90
- 2) 平山肇；鐵道大臣官房研究所業務研究資料 第 19 卷 27 號 (Jun. 25, 1931)
- 3) Machinery vol. 38 (May 1932) p. 689
- 4) Scie. American vol. 176 (Mar 1947) p. 111
- 5) Am. Mach. vol. 92 (Sept. 9, 1948) p. 141
- 6) „ „ vol. 93 (May 19, 1949) p. 141
- 7) Steel vol. 127 (Sept. 4, 1950) p. 91

速報 23 金屬蒸着面の表面電位

小川岩雄・中田一郎・道家忠義

從來振動容量法による各種表面電位の測定は大抵空氣中で行われている。しかし空氣中では表面の酸化、氣體の吸着等のためデータの再現性の悪い場合が多く、その解析には多くの困難がある。そこで著者等は眞空中で金屬を蒸着し新鮮な面を作り、各種の氣體をその中に注入したときの表面電位の變化を測定する目的で第 1 圖のような装置を作つて見た。中心の軸は兩端をピボットで支えられその軸に取り付けてある蒸着台は④によつて絶縁され、その上部の鐵片によつて容器の外から磁石で回轉できるようにしてある。蒸着台

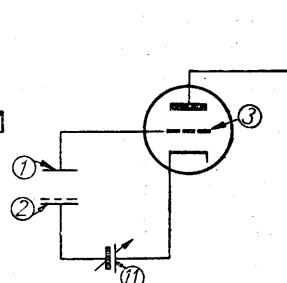


第 1 圖

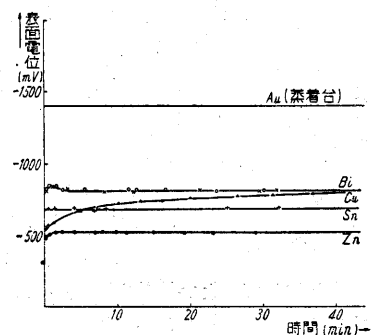
- ① 蒸着台 ② 振動舌片 ③ プリアンプ UN-954
- ④ 絶縁體 ⑤ 蒸着用ヒーター ⑥ ピボット・スチール ⑦ 鐵片 ⑧ ガス注入口 ⑨ 眞空計 (101-D)
- ⑩ 硝子円筒 ⑪ 電位差計

はリード線でエーコン管 954 の制御グリッドに接続されており、振動容量部の等價回路は圖に示す通りである。

今まで測定を行つた金屬は Ag, Cu, Bi, Cd, Sn, Zn, Se 等である。測定は $3 \sim 5 \times 10^{-5}$ mmHg 程度の眞空度で行われ、蒸着直後から約 30 分間の表面電位の變化を測定した。蒸着條件が適當でないとき、表面電位はしばしば 20 分前後にわたつて 100 mV におよぶ變化を示すことがあるが、Zn, Sn, Bi 等のように融點の低いものは、予熱を十分に行つたときには第 3 圖に示すように ± 15 mV の範圍で變化しないことがわかつた。これらの値から導かれる金屬相互間の接觸電位差は、從來測定された光電仕事函数から求められたものとかかなりよい一致を示している。しかし Cu, Ag 等特に Cu は圖の示すように時間軸に凹な曲線を描いている。これ等の變化は氣體の吸着、吸収、酸化等のいずれによるものか今のところ不明である。今後各種氣體を注入しそれによる變化の測定を試み、更に装置を改良してその温度による變化を調べる豫定である。これ等の研究がゲッター作用とか金屬面の觸媒作用などの解明にある役割を果すことも考えられる。



第 2 圖



第 3 圖