

工具材料表面の腐食による 変化と切削エネルギーに関する研究

大 迫 靖 雄 ・ 堂 本 邦 彦

Investigation on the Change on Surface by Corrosion of
Tool Materials and Cutting Energy

Yasuo OHSAKO and Kunihiko DOMOTO

目	次
要 旨.....	235
序 論.....	236
実 験.....	236
結果および考察.....	238
a. 重量減少	
b. 表面形状（あらさ）の変化	
c. 硬さの変化について	
d. 表面写真から観察される腐食の特徴	
e. 腐食によるX線散乱強度の変化	
f. 切削所要エネルギーにおよぼす腐食の影響	
引用文献.....	243
Résumé	243

要 旨

各々四種の工具材料からなる板状試片と切削工具を食塩水により腐食させ、表面状態の変化ならびにその表面の状態が切削所要エネルギーにおよぼす影響を追求した結果、次のことが結論づけられる。

板状試片の腐食処理におけるすべての測定結果から、1) 炭素工具鋼 SK4, 合金工具鋼 SKS 5B は腐食処理の影響を著しく受けることがあきらかで、重量減少により観察される腐食摩耗もかなり大きい。さらに、腐食が進むにつれ腐食割れが観察され、工具鋼の焼き入れによる残留応力の影響が推定された。2) また高速度鋼 SKH3 は腐食が表面全体にわたらず部分的にあらわれ、長時間にわたる腐食処理の後も腐食が進行しない部分が存在し、SK4, SKS 5B と比較してかなり耐腐食性があるといえる。しかし長時間の腐食処理による腐食摩耗は無視できず、さらに多くの金属を含むため、その表面に多くの腐食孔が観察された。3) 超硬合金 G3 については、食塩水による著しい腐食はあらわれないが、表層のごく薄い部分のみが腐食の影響を受けることが硬度変化、表面写真、X線回折等の測定結果から判明する。以上のことからわずかな腐食状態でもX線回折から得られるピーク、硬度の測定によりとらえられることが判明した。したがってこの結果から上記二方法は表面腐食判定の非破壊試験として有効であろう。

切削工具について、切削所要エネルギーの変化は、板状試片から得られた腐食の進行状態とよく一致し、G3 から作られる工具は腐食の影響はほとんどあらわれない。また SKH3 から作られた工具の場合（板状試片において腐食繰返し20回で腐食孔があらわれたが）腐食により腐食孔が出現するまで実際に使用するとは考えられないので、腐食孔があらわれる 以前までの腐食処理（10回）をおこない、その過程での試験の結果、切削所要エネルギーはわずかに腐食による影響を受けたにすぎない。し

かし、SK4、SKS 5B で作られた工具は短時間の腐食処理において腐食が著しく進行し、その結果切削所要エネルギーが急激に増加することがあきらかになった。本実験は切削量が少なく、切削速度が低いのでこれらの結果から工具刃先の特別な摩耗は観察されなかったが、高速切削の過程で腐食による工具の老化は当然予想される。したがって工具の腐食老化によって派生する摩耗に関する研究をさらに進める必要がある。

序 論

木材を材料として使用するため、従来種々の研究がなされてきた。しかしこれらの研究がともすれば木材の材料としての価値をその工業的利潤追求のみに求めがちであることは明白である。しかしながらこれは真の研究としてはあやまりでなかろうか。すなわち結果として木材または木質材料が利潤面からの価値物となりえても、その目的はあくまでも木材が我々人間にどのように役立つのか（これはしばしば誤解されて使用される）という点にあり、研究者は常にこの点を原点として発言すべきであるが、現実には前述したごとく、むしろ本来の意味に逆行し、木材対人間という関係を無視した材料化にほんそうしている傾向がある。これは機能的社會指向という意図と一致し、人間を機能化するため、人間社会を非生物集団として取りあつかっているにすぎない。このような風潮に反逆し、人間本位の考えをなすための研究を我々は進めていかなければならない。このような考えから無機物あるいは人工的材料（金属、プラスチック等々）と異なり、生物体（正確には生物の枯死物）としての木材が人間の感覚、触覚等にあたえる意義を追求することを目的とした一連の研究を展開する。しかしこれらの視点から現実の問題としての木材研究をおこなうのは多くの困難な問題があり、どの点を導入部にしたいのかあきらかでない。そこで種々の視点を持ち、その中から手さぐりで目的へむかう努力が必要であろう。

上記の考えにもとずき、そのいとぐちを求めるため今回は木材の表面生成についての研究をおこなう。その方法として、表面生成に使用する工具の状態、特に工具摩耗に関する問題を追求する。

切削工具の摩耗には種々の因子が考えられ、金属切削の場合の工具の摩耗について竹山¹⁾らは、その因子をたんねんにあげている。その中で潤滑油あるいは被削材中の成分による工具材の硫化あるいは酸化現象が工具の摩耗の一因子となることをあげている。同様に木材切削に使用される工具についても従来注目された機械的な工具摩耗以外に、工具面の化学的反應による老化に起因する摩耗を考える必要がある。これについて W. M. McKenzie^{2,3)}らは被削材の抽出成分による工具の酸化について報告している。さらに海岸近くに建てられる工場、海中輸送される外材等日本の現状を考えると木材の成分以外にも工具の化学的反應による腐食現象を追求する必要があるものと思われる。

本実験ではこれらの摩耗現象を追求する一段階として木材切削に使用される工具材料の食塩水による腐食現象を追求し、腐食により工具の表面はどのように変化するのか、またその腐食が切削そして被削材表面にどのような影響をあたえるのかについて若干の考察をおこなった。

実 験

本実験は ASTM, D-1141-52 等の人工海水腐食試験法等を参考とし、腐食液は重量パーセント 5 % の食塩水を使用して室温 (20~30°C) で浸漬 (24 hrs.)、空气中放置 (24 hrs.) の繰返し試験をおこなった。(浸漬—空气中放置、一サイクルとする)

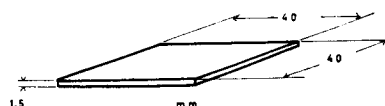
また試片としては、腐食現象のみを追求する板状試片と切削エネルギーを測定する刃物の 2 種類を使用した。各々の試片の形状は Table 1, Table 2 に示す通りである。また工具材料は Table 1 に

示すような成分、焼入れ温度、焼きもどし温度を有する炭素鋼 SK4、合金工具鋼 SKS 5B、高速度鋼 SKH3、超硬合金 G3 の4種を使用し、さらに板状試片のうち SK4、SKH3 については、腐食前に Table 3 に示す研磨液により化学研磨処理をおこなったものとそれらの前処理をおこなわないもの（未処理とよぶ）についての実験をおこなった。

第一に板状試片を使用した腐食試験については腐食繰返し20回（ただし SKS 5B のみ15回）の試験をおこない、20回腐食繰返しの後、SKH3、SKS 5B、SK4 についてはサンドペーパーで研磨をおこない表層の錆を取り除く。この場合 SKH3 については下地の金属層が露出するまで研磨したが SK4、SKS 5B についてはかなり厚い層が腐食してさらに腐食物が附加しているため、SKH3 と同程度の厚さ（約 1.3 mm）に達するまでのサンドペーパー研磨（以後ペーパー研磨とする）をおこなった。

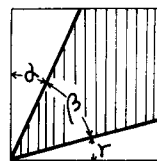
測定は腐食繰返し20回後ペーパー研磨した試片の重量を化学天秤を使用してミリグラム単位まで測定し、腐食による重量減少率を求めた。次に JIS B-0655 (1957) による中心線平均あらさ (Ha) ならびに表面形状の測定を小坂製万能表面形状器を使用し、各腐食繰返しごとに

Table 1. The shape and the components of test specimen



Specimen materials	SK4, SKS 5B, SKH3, G3
SK4	C 0.99 Si 0.32 Mn 0.60 P 0.011 S 0.003 hardening ; 780°C tempering ; 200°C
SKS 5B	C 0.81 Si 0.25 Mn 0.45 P 0.010 S 0.004 Cr 0.32 Ni 1.34 hardening ; 830°C tempering ; 500°C
SKH3	C 0.85 Si 0.35 Mn 0.33 P 0.012 S 0.001 Cr 4.13 W 17.44 V 0.97 Co 4.60 hardening ; 1280°C tempering ; 580°C
G3	W 81~88 Co 6~11 Ti 0~1 Ta 0~2 C 5~6

Table 2. Tool materials and tool shape



Tool materials ;	SK4, SKS 5B, SKH3, G3
Rake angle	$\alpha = 25^\circ$
Tool angle	$\beta = 50^\circ$
Relief angle	$\gamma = 15^\circ$

Table 3. Chemical polishing condition

Chemical polishing solution	
Oxalic acid	25 g
Hydrogen peroxide	13 g
Sulfuric acid	0.1 g
Water	1000 ml
Temperature	30°C
Treatment time	1 hr.

Table 4. X-ray condition

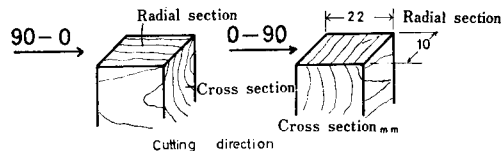
Full scale	1000 c.p.s.
Time constant	1.25 sec.
X-ray	CuKa, 40KVP, 15 mA
Divergence slit	2 mm
Receiving slit	0.2 mm
Scanning speed	1°/min.

任意の3ヶ所について行なった。また表面のビッカース硬度測定を島津製微小硬度計を用い腐食以前と腐食繰返し20回後ペーパー研磨した試片（超硬合金のみ研磨しないもの）について任意に4ヶ所について荷重 500 g、負荷時間10秒で測定を行ない、表層の結晶変化の測定を Table 4 の条件で各腐食繰返しごとX線の散乱強度および散乱角を観察した。さらに表面の状態を調べるため、工具顕微鏡（フィルム面倍率80倍）を用い表面の写真撮影をおこなった。

第二の実験としては第一の試験結果を参考として、4種の材料からつくられた切削刃物（Table 2）について板状試片と同様な腐食処理を繰返し10回おこなった。切削試験は前述刃物を振子式切削試験

Table 5. Workpiece condition and cutting direction

Workpiece Species	Specific gravity	Annual ring breadth (mm)	Moisture content (%)	Cutting direction	Depth of cut (mm)
Buna (<i>Fagus crenata</i> Blume)	0.57	1.7	13.2	0-90, 90-0	0.20
Hinoki (<i>Chamaecyparis obtusa</i> Endl.)	0.44	0.8	10.3	0-90, 90-0	0.20



器⁴⁾にとりつけ Table 5 に示す条件を有するブナ (*Fagus crenata* Blume), ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa* Endl.) について 90-0, 0-90 (Table 5) 切削をおこなった。なお切削回数は各条件下各々 5 回。この結果から各々の腐食状態での工具がどのような切削エネルギーを有するかについて検討をくわえる。

結果 および 考察

a. 重量減少

腐食摩耗測定の一つとして、腐食による重量減少の測定がある⁵⁾。腐食による重量の減少は食塩水により、鋼が金属イオンとなり塩水中へ溶解する。あるいは鋼中の水素ガス等の蒸発により起こる。本実験では実験の項で述べたごとく腐食繰返し20回をおこなった後、超硬合金を除いて鋼の表面は巨視的に赤色あるいは黒色の錆層でおおわれ、厚さは腐食以前の厚さより平均 0.4 mm 増加を示した。この状態では全体的に重量は増加する傾向を示した。これは表層に発錆や塩結晶物が付着したことを示す。したがって金属表層部の老化をみるため表層の付着物を除去する必要がある。そこで実験の項で述べたごとく表層のペーパー研磨をおこない、その後の一サイクルごとの単位面積あたりの重量減少を Fig. 1 に示す。図中 SKH3, SK4 については腐食前化学研磨をしたものも同時に示した。この図から G3 以外の工具鋼の重量減少の大きいことがあきらかになる。

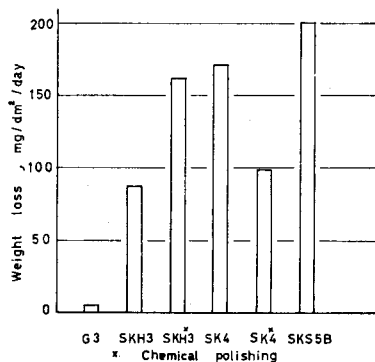


Fig. 1. Weight loss by corrosion of tool materials.

減少を Fig. 1 に示す。図中 SKH3, SK4 については腐食前化学研磨をしたものも同時に示した。この図から G3 以外の工具鋼の重量減少の大きいことがあきらかになる。

SKH3 はペーパー研磨により表面に腐食されない部分が現われ同時に非常に多くの腐食孔 (etch pit) が現われている。これは SKH3 が Table 1 に示すごとく多くの金属の合金であることと液中に Cl^- のハロゲンイオンが存在することから説明⁵⁾でき、Fig. 1 に示されるように比較的大きな重量減少率を示す結果をもたらしたと思われる。また SK4, SKS 5B は、G3, SKH3 と比較して表層はかなり厚い錆層 (ペーパー研磨により取り除かれた平均厚さ: SK4, 0.32 mm, SKS 5B, 0.42 mm) でおお

れ、ペーパー研磨後もなお表面に錆層が存在したが、切削工具として使用する場合切削による摩擦においてもこの程度の錆層は残るものと考えたので、SKH3 とほぼ同じ厚さ（約 1.3 mm）まで研磨をおこなうこととし、その時の重量減少率を測定した。したがって Fig. 1 で SKH3 と SK4, SKS 5B をそのまま比較することはできないが SKH3 と同様な状態まで研磨すると非常に大きい重量減少率を示すと思われる。重量減少量からのみ判定するなら SKS 5B, SK4 > SKH3 > G3 の順で腐食されにくいと思われる。また化学研磨の影響については、SKH3 のみで判定するなら化学研磨をおこなったときすでに重量減少あるいは酸化層の存在が観察され、化学研磨をおこなわないものよりはげしい腐食がみられる。ただし SK4 については Fig. 1 に逆の結果があらわれているが、この結果を考察するためには正確な腐食表層の除去が必要であり、この時点での考察はさしひかえたい。

b. 表面形状（あらさ）の変化

工具表面の平滑度が切削力におよぼす影響は無視できないと思われる。そこで腐食繰返し15回までは腐食過程における工具表面の中心線平均あらさ（Ha）を、また腐食繰返し20回のものについてはペーパー研磨したものについての Ha を Fig. 2 に示す。

腐食前の試片は試片作成時の研磨跡のため同一の試片でも方向により異なった値を示す。したがって研磨方向の判明するものについては研磨方向とそれに直角な方向についての値を図に示す。この図から明らかなように G3 は腐食繰返し15回まであらさが測定方向によって異なることが示され、初期の研磨跡が腐食処理により消えていないことが示される。しかも Ha の値はそれほど増加せず、食塩水による腐食はごくわずかしき認められないのに対して、G3 以外の各工具鋼については腐食繰返し15回で非常に大きな値を示す。また SKH3 は腐食繰返し20回後のペーパー研磨により下地が観察され、しかも Fig. 2 中きわめて長期間初期の研磨跡の影響があきらかであり、SK4, SKS 5B と比較して腐食処理の影響は少ないにもかかわらず、Ha の値に関しては比較的大きな値を示す。これは錆の発生状態が炭素工具鋼等と異なり表面写真に認められるごとく（Phot. 1）表面に腐食層が不均一に生長することに起因するものと思われる。さらにペーパー研磨されたときの Ha の値も SKH3 はかなり大きな値を示す。これは重量減少の項で述べた腐食孔が大きな影響をあたえていると思われる。しかし常に作動している工具の場合、表面の腐食が腐食孔の出現に達するまで使用されずとは考えられない。したがってこの考えからその表面腐食は最大の場合でも腐食繰返し10回あたりでとどまるとすれば、Ha もかなり小さな値にとどまると思われる。

SK4, SKS 5B については腐食繰返し 5 回においてすでに初期の研磨跡は消え、表層全域にわたり腐食されたことが示される。ある程度の錆膜を除去してもなお Ha の値はかなり大きな値を示す。しかもこの値はペーパー研磨によって一応なめらかになった後に観察されたものであるのでペーパー研磨前にはこの値より大きな値が予想される。また SKH3 で述べた工具としての限度であろうと思われる繰返し10回の時点でも、Ha の値はかなり大きな値を示している。以上のことから SK4, SKS

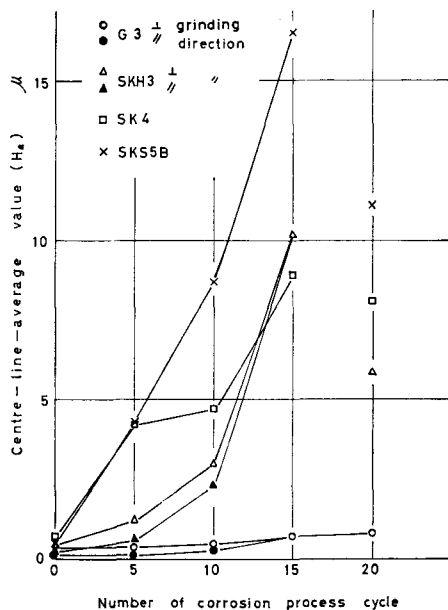


Fig. 2. Centre-line-average value on surface of tool material vs. number of corrosion process cycle.

5B は腐食処理の影響が非常に大きいことがわかり、当然切削エネルギーに影響をあたえるものと思われる。また化学研磨の影響は表面あらさを増加し腐食前の表面の酸化が後の腐食に対する保護膜として作用するとは考えられなかった。

c. 硬さの変化について

工具の硬さの変化は、その摩耗に大きな影響をあたえる。また硬度測定は従来金属面の疲労等の判定として最も手軽でしかも確実な方法としてよく用いられる⁶⁾。金属の腐食の場合、腐食の目安として重量減少量—ビッカース硬度の関係についてのべた報告もある⁷⁾。そこで本実験においても腐食によるビッカース硬度の変化について述べる。この測定で求められる値は微小な部分での硬度値であり、その圧入深さもきわめて小さいため、表層状態により著しい影響があたえられる。(例えば G3 の場合平均圧入深さ 12 μm , SK4 の場合 28 μm)。したがって各工具材料ともに腐食後におけるビッカース硬度の値についてはかならずしも同条件でなく、はげしい腐食の場合、錆層と腐食面の区別がきわめて困難である。この点をビッカース硬度の著しい減少に考察しなければならない。このこと

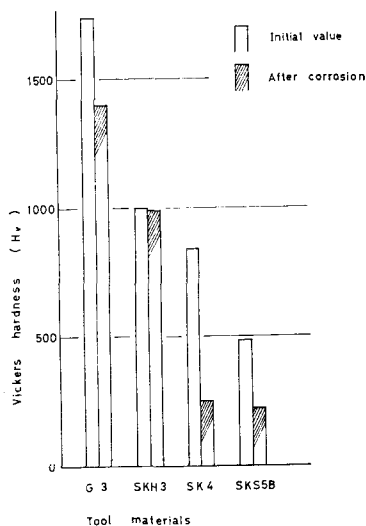


Fig. 3. Vickers hardness of initial value and after corrosion (Tool materials G3, SKH3, SK4, SKS 5B)

はその錆層の増大する G3 を除いた工具鋼について、腐食の進行にともない金属そのものの硬度よりむしろ錆層の硬度を測定しているということになりかねない。そこで各工具材料の腐食を測定するために G3 以外の各工具鋼については、腐食繰返し20回の処理の後(ただし SKS 5B は15回)、ペーパー研磨により下地の金属面を露出させ、できるだけ錆層を除いた腐食疲労した金属面での硬度測定をおこなう。その結果と腐食以前の硬度を Fig. 3 に示す。この値から G3 は重量および Ha の値にさほどの変化を示さないにもかかわらず、硬度値で20%弱の減少を示している。これは G3 のみ研磨をおこなわなかったため表面の薄い酸化層が硬度に大きく関与していることを示す。したがって表面層のごく微薄な腐食部が存在する一つの測定結果を示しているといえよう。

SKH3 についてみると腐食前とペーパー研磨した後の硬度の変化はわずかで、腐食孔以外に老化していない部分がかなり存在していることを示している。また腐食前化学研磨したものについては、かなり硬度の変化がみとめられた。これは前処理の影響が腐食中にもでていることを示しているといえよう。SK4, SKS 5B については重量減少、あらさ

値の変化と同様かなり腐食の影響があらわれるがこれは一つに工具鋼面の錆層の影響と考えられる。以上の結果からビッカース硬度値は金属面の老化現象を追求するのに便利な方法といえるが、一方ごく微小な範囲の現象しかとらえないため、とくに腐食処理の影響を受けやすい工具面での腐食を追求するのに適当な実験法であるかいなかについては検討の余地がある。

d. 表面写真から観察される腐食の特徴

板状試片における腐食現象のうち量的に求められるものについて述べてきたが、この他に表層に出現する種々の現象がある。そこで工具顕微鏡で撮影された表面写真から二、三の特徴を述べる。

まず、ここでいままで述べた測定結果からほとんど腐食の現象を観察できなかった G3 に関して検討してみよう。Phot. 2 (a) に示されるのは腐食処理以前の超硬合金 G3 の表面である。(この表層

状態は腐食前の他の金属面でもほぼ同様であり、研磨跡がきわめて明確にあらわれている)。次に20回腐食繰返し後の G3 の表面写真を Phot. 2 (b) に示す。この両者を対比すると最も腐食されにくいと思われる G3 についても薄い酸化層が全面に存在し、初期の研磨跡が不明確になっていることがあきらかである。このことから酸化層の存在がビッカース硬度に大きな影響をあたえたと思われる。また Phot. 1 に示された SKH3 の腐食繰返し 5 回の表面写真から不均一な錆層の存在することがあきらかである。またこのほか腐食繰返し20回になると、重量減少の項で述べたように表面に腐食孔が観察され、合金のハロゲンイオン下における腐食の特徴を示すことがあきらかとなった。

Phot. 3 は繰返し 15 回の SK4 の表面状態をあらわしているが、これには表面にわれが観察される。この現象は SK4 にかぎらず SKH3, SKS 5B にも観察され、このことから焼入れされた金属に残留応力の影響が推定される。

e. 腐食による X 線散乱強度の変化

重量減少、表面形状、ビッカース硬度の腐食による変化について述べてきたが、表面の腐食により、表層の結晶はどのように変化するのか、この問題に関して H. C. Gatos⁶⁾ は金属面の酸化による結晶量および結晶構造の変化について述べている。そこで本実験において腐食処理をおこなった工具材料の表層の結晶変化を調べるため、Table 4 に示す条件下で金属面に X 線照射をおこない、散乱角 2θ と散乱強度 I の変化を測定した結果、これらの関係に腐食の影響が認められた。例として他の方法でそれほど大きな変化を示さなかった G3 の X 線散乱強度 - 2θ の関係を $2\theta = 34^\circ \sim 36^\circ$ の範囲で Fig. 4 に示す。この図から腐食の進行につれ $2\theta = 35.6^\circ$ のピークが漸次減少し、ベースラインが増加していることがあきらかになり、表層の結晶域が減少したことを示している。

また他の工具鋼についても同様な結果が示される。例として SKH3 の腐食前、腐食繰返し 5, 10, 15 回ならびに繰返し20回試験の後、ペーパー研磨したものについての $2\theta = 40^\circ \sim 45^\circ$ の X 線散乱強度 - 2θ の関係を Fig. 5 に示す。この図から、腐食前あきらかに存在した $2\theta = 43.5^\circ, 44.5^\circ$ でのピークが腐食繰返しの増加につれ不明確になり、腐食後の研磨によってピークが再度あきらかになることが示される。これは腐食により表層における結晶が破壊されたこと、あるいは表層部にこの結晶と関係ない結合物が付着した結

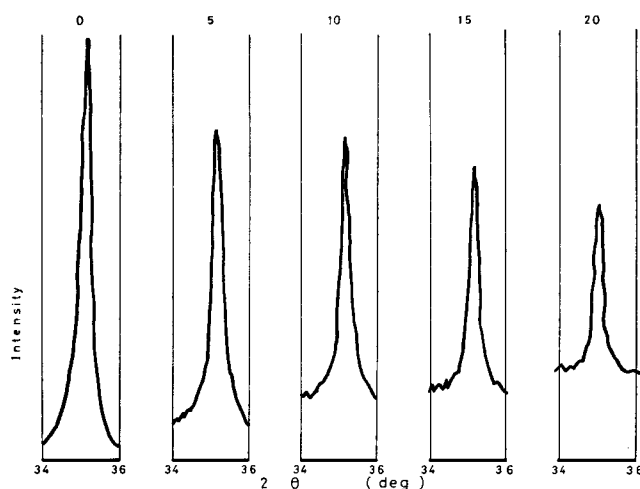


Fig. 4. X-ray intensity variation by corrosion $34^\circ < 2\theta < 36^\circ$
Tool material ; G3

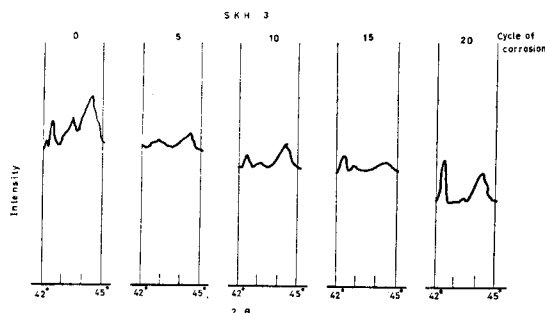


Fig. 5. X-ray intensity variation by corrosion $42^\circ < 2\theta < 45^\circ$
Tool material ; SKH3

果、ピークが不明確になってきたものと思われる。またペーパー研磨後に再度ピークがあらわれることは、表層の錆部を取除くことにより酸化による錆層がある程度除去され腐食処理の影響を受けない部分が表層にあらわれてきたことを示しているといえよう。

しかしながらこの測定が表面のみの変化を測定するのに適当であるか否かに関してはかなり問題がある。すなわちX線の反射面がかならずしも表面層にのみ限定されず、かなりの範囲に存在することが予想される。したがって定量的な測定としてこれを使用することはできないが、初期のピークと比較することによって腐食の判定には有効であると思われる。

f. 切削所要エネルギーにおよぼす腐食の影響

板状試片での実験で述べたように食塩水による腐食において、工具材料の表面に種々の腐食現象があらわれる。そこで板状試片と同じ材料から作られた切削工具を使用して、板状試片と同様な腐食処理をおこなった。また腐食繰返し数については、現実の問題として切削工具として使用する場合、腐食による腐食孔が出現するまで使用するとは考えられないので、SKH3の腐食孔の発生以前まで、すなわち腐食繰返し10回までの腐食処理をおこなった。

各腐食状態における切削状態をみるために、振子式切削試験器を使用してブナ、ヒノキ材の各条件

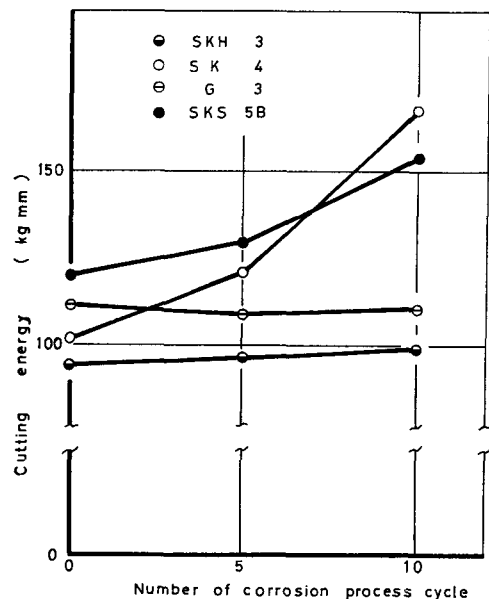


Fig. 6. Relation of cutting energy to number of corrosion process cycle and cutter materials.

下での切削試験による切削所要エネルギーを求め、その結果を分散分析した結果、切削所要エネルギーにおよぼす工具腐食の影響は1%水準で有意であるという結果が得られた。その結果をFig. 6に図示する。この図からG3から作られる工具がほとんど腐食処理の影響を受けないのに対して、SKH3から作られる工具については、腐食の進行にしたがって切削所要エネルギーがわずかに上昇し、SK4, SKS 5Bからなる工具の場合、切削所要エネルギーは腐食時間の増加につれ著しく増加することがあきらかとなった。これらの結果は、板状試片における腐食の状態とよく一致する。SKH3の板状試片についていえばFig. 2の繰返し10回目では、その表面あらさ(Ha)も低く、また腐食孔のあらわれない状態であるため、工具の場合も腐食による表面の変化が少なく、切削所要エネルギーへの影響も小さい。SK4, SKS 5Bから作られた工具はこの時点で表面上にかなりの錆層が存在し、その影響が切削所要エネルギーにあきらかにあらわれるのである。もっとも工具の腐食による表面老化の影響は切削所要エネルギーに影響をあたえるのみならず、刃先のチッピングあるいはcrackによる機械的摩耗につらなり、刃先の摩耗を促進する因子となることが考えられるが、本実験においては切削量が少なく、また切削速度が低いため、工具顕微鏡写真において、切削試験の後、各工具とも刃先線にあきらかな変化を観察することはできなかった。したがって材料表面の腐食による影響と考えてよいだろう。

さらにFig. 6において腐食前工具条件が同じにもかかわらず、工具材料による切削所要エネルギーのちがいがあらわれているが、これは各工具の仕上げのsharpness等によると思われる。工具の材質

による切削エネルギーのちがいについては上条⁹⁾の結果にもあらわれており、とくにこれらの傾向のうちその差の大きいSK4, G3 からなる工具については本実験と同様な結果を示している。以上の切削所要エネルギーのちがいは、工具表面の材質のちがいによる摩擦係数のちがい、あるいは刃先の sharpness のちがい等に大きく関係されるものであり当然の結果と考えられる。なお前述したように振子式切削試験器による切削は高速切削による実際の木材切削の場合と異なる。すなわち後者の場合、切削による表面あらさの変化(均一化)により摩擦力の平均化、あるいは切削中に生ずる摩擦熱による付着成分の蒸発等による腐食の減少等が考えられる一方、摩擦熱、あるいは腐食によって表面は老化し切削量が増加するにつれ刃先線のチップング等を促進することが考えられ、これらをも摩耗の一因子として考える必要がある。

この他の条件、すなわち被削材あるいは切削方向と腐食過程との特異な変化は観察されなかった。

引用文献

- 1) 竹山秀彦・村田良司：精密機械，27，33，(1961)
- 2) W. E. Hillis and W. M. McKenzie：F. P. J.，14，310 (1964)，Wear，8，238 (1965)
- 3) W. M. McKenzie and B. M. McCombe：F. P. J.，18 (3)，45，(1968)
- 4) H. Sugihara and M. Noguchi：Wood Research，No.28，31 (1962)
- 5) 大谷南海男：金属表面工学，日刊工業新聞社，(1962)
- 6) 日本金属学会・日本鉄鋼協会編：鉄鋼材料便覧，丸善，(1967)
- 7) 日本材料学会：第6回腐食防食に関する講習会(講演集)，(1967)
- 8) H. C. Gatos，The Surface Chemistry of Metals and Semiconductors，p.493，(1960) John Wiley & Sons. Inc.，
- 9) 上条雄吉：昭和38年卒論

Résumé

This paper is one of a series in which the results of a study on tool wear would be presented. It has been well known that the tool wear originates in many factors, and it is interesting to discuss the individual factors. In this papers, we deal with corrosive wear of cutting tool. Cutting tool used in woodmachining may be affected by chemical activities of extractives in wood, salt which may be contained in wood on the transport of wood etc. We can take into consideration corrosive wear of tools. In this paper we describe an experimental study of corrosive wear.

Tool materials used in this experiment were SK4, SKS 5B, SKH3 and G3 which contained the components shown in table 1. Two series of experiments were carried out: one using the plate shown in table 1, and the other, cutting tool of dynamometer shown in table 2, so as to investigate corrosive phenomena. We could consider chemical effects as a factor on the wear of a wood-working cutter.

The plates were corroded in salt solution (weight percent 5%) and corrosive phenomena of tool materials investigated. In this experiment, we observed weight loss, roughness of surface, Vickers hardness, surface photograph, X-ray intensity and etc. In the next place, we corroded the cutting tool and measured cutting energy on corrosion cycle, which was in salt solution 24 hr. and in air 24 hr.

From the experiments described above, it might be concluded that the surface region of carbon tool steel and alloy steel (SK4, SKS5B) was corroded early in the corrosion cycle and we could observe corrosive wear; high speed steel (SKH3) resisted in corrosion much better than carbon steel and alloy steel, but as shown in fig. 1, 2, high speed steel was corroded after a large number of corrosion cycles: moreover, on high speed steel we observed etch pit, which might be caused on properties of high speed steel made of various metal, after a large number of corrosion cycles, finally in hard metal, we could

not observe corrosion phenomena of weight loss and surface roughness, but, on X-ray intensity, Vickers hardness and surface photography, we could observe the existence of rust on the surface.

From the results described above, it could be considered that, in carbon steel, alloy steel and high speed steel, there were effects of corrosion by salt solution, but in hard metal, there were no effects of corrosion.

It might be described that measurement of X-ray intensity and Vickers hardness had effects on observation of corrosive phenomena. As we could not consider such pit on a cutting tool during machining, we treated each cutting tool up to 10 number of corrosion cycles. From the experimental values of cutting energy on corrosion process, we concluded that, in cutting tool made of carbon steel and alloy steel (SK, SKS5B), cutting energy showed a rapidly increasing rate on corrosion process; in high speed steel (SKH3), cutting energy was slightly increased because it could not observe etch pit on surface but it might be increasing over a long period of corrosion; and in hard metal (G3), cutting energy didn't change remarkably. It might be concluded that in comparison with the experimental results of plate, the relation between cutting energy and cutting tool on corrosion process agreed very well with experimental results of plate. We could not confirm the influence of corrosion cycles on cutting direction and specimen. In the experiment, we could not observe tool wear because of a small quantity of cutting, slow cutting speed and etc., but we could consider the increase of tool wear on corrosion cycles because tool wear was concerned with mechanical factors and surface conditions on tools. Further investigation on tool surface will be necessary.

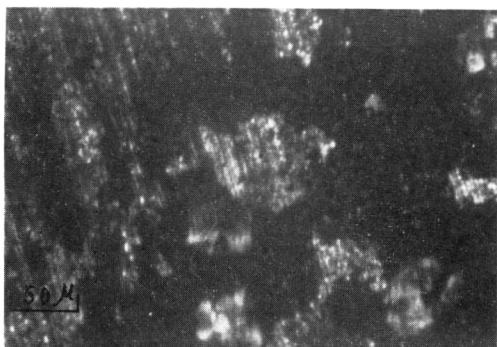


Photo. 1. Surface of SKH3 at corrosion number 5.

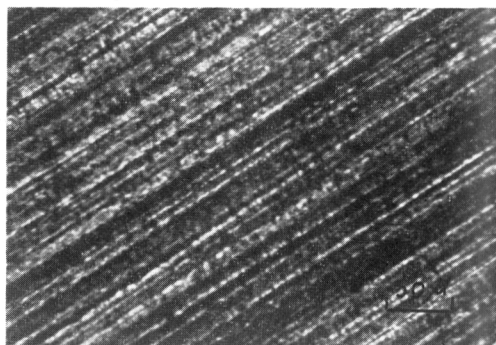


Photo. 2. (a) Initial surface of G3.



Photo. 3. Surface of SK4 at corrosion number 15.

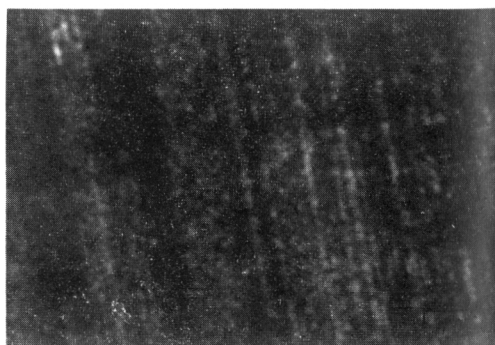


Photo. 2. (b) Surface of G3 at corrosion number 20.