

鉄鋼の顕微鏡組織に及ぼす研磨方法の影響

Effect of Polishing Method on Microstructure of Iron and Steel

菊田 光 男* 塩谷 義 雄*
Mitsuo Kikuta Yoshio Shiotani

内 容 梗 概

低硬度の鉄鋼試料を研磨する場合、研磨法によって著しく顕微鏡組織を異にすることがあり、金相学的な可否について迷うことがある。本研究は従来の機械的研磨法と電解研磨法の研磨組織に及ぼす影響を調べたものである。その結果、機械研磨試料には流動層と加工ひずみ層からなる変質層が存在し、このため正確な組織を現わさない場合があるが、バフと腐食をある程度繰り返すことによって電解研磨と同様な正確な組織が得られる。この変質層は研磨条件により異なるが約1~2 μ の厚さを有し、硬度をやや増加し腐食されやすい傾向を示す。また焼鈍高炭素鋼を機械研磨した場合、実際より過大な炭化物を認める場合がある。

1. 緒 言

金属の電子顕微鏡組織をうるには現在レプリカ法が普及されており、最近では直接試料の観測可能な反射形電子顕微鏡も一部に完成をみているが、いずれの場合も当然のことながら、第1条件は真の組織を示す検鏡試料を作製することにある。これは従来の光学顕微鏡においても同様であるが電子顕微鏡は極微の世界を開拓するものであり、経験的な知見にとぼしただけに視野組織が正しいかどうかの判定に苦しむことがしばしばある。

筆者らはさきに検鏡試料研磨のじん速化を期するため各種の鉄鋼につき交流電解研磨の研究⁽¹⁾を行ったが、そのさい、試料によっては電解組織と機械研磨組織との間に著しい差異の存在することを認めた。これは主として機械研磨中、変質層が研磨面に生ずるためと考えられるが、鋼種によって組織変化の状況が異なり金相学的な判断を誤るおそれが十分ある。したがってこの点のある程度定量的に確認しておくことは、特に電子顕微鏡試料調整には必要である。本研究は上記の見地より行ったものである。

2. 試料および実験方法

研磨方法の差異に基づく顕微鏡組織の変化が認められるのは、低硬度試料に限ることはすでに報告⁽¹⁾したところである。よって試料としては電磁軟鉄および各温度で焼鈍処理した高炭素鋼を選んだ。第1表はこれらの試料の組成を、また第2表は熱処理および硬度を示す。

各試料は高速切断機で約10mmに切断後、グラインダで厚さ約8mmに研削した。つぎにエメリペーパーで5/0まで順次研磨した。使用ペーパーはスワン印 Superior (Schmirgelpapier Blau) である。従来はさらに6/0Fまで研磨後バフ仕上げを行うのが普通であ

第1表 試料の化学成分

試料	記号	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu
電磁軟鉄	S 000	0.01	0.07	Tr	0.008	0.011	Ni /	0.04	0.04
高炭素鋼	白紙2号	1.15	0.11	0.14	0.013	0.003	Ni /	0.07	0.02
高炭素鋼	白紙1号	1.42	0.13	0.32	0.014	0.002	Ni /	0.07	0.04

第2表 熱処理および硬度

試料	素材寸度	熱処理方法	硬 度
S 000	9.5 ϕ	850°C×2h 徐冷	HR _B 44
白紙2号	15 ϕ	800°C×1h 徐冷	HR _B 83
白紙2号	15 ϕ	850°C×1h 徐冷	HR _B 85
白紙2号	15 ϕ	900°C×1h 徐冷	HR _B 92.5
白紙1号	15 ϕ	950°C×1h 徐冷	HR _B 94

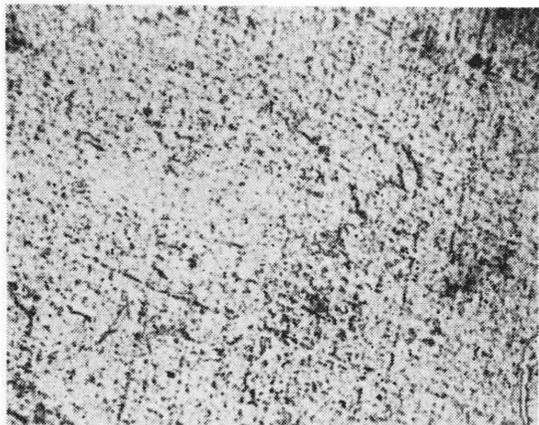
る。本実験においては、これからさきの仕上げを電解研磨と機械研磨に大別し、機械研磨としては6/0程度のエメリ研磨を十分行ったのち、従来のようにバフ仕上げを行ったものと、これを腐食し組織を確認し、さらにバフをかけたもの、およびこれを数回繰り返したものを試料とした。電解研磨は交流電解研磨法⁽¹⁾を用いた。

そのほかの実験方法については各実験結果の項において述べることにする。

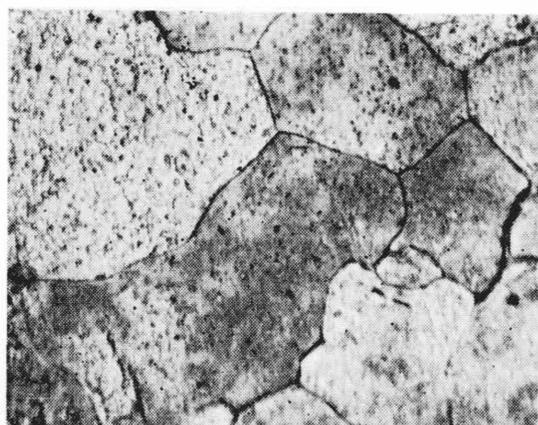
3. 実 験 結 果

3.1 研磨方法と顕微鏡組織

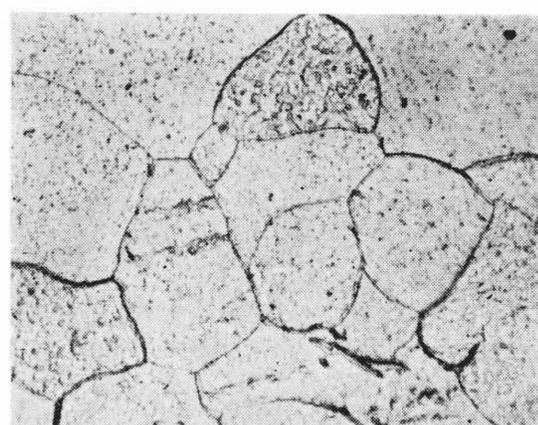
本節においては研磨法が異なる場合、各試料の実際の顕微鏡組織がどのような差異を生ずるかについて現象論的に記述してみたい。まづ第1図は電磁軟鉄を普通のエメリ研磨後1回バフ研磨し、3%硝酸アルコールで腐食した場合の組織を示す。この場合バフはかな



第1図 電磁軟鉄, 1回バフ研磨後腐食せる組織 (×400)

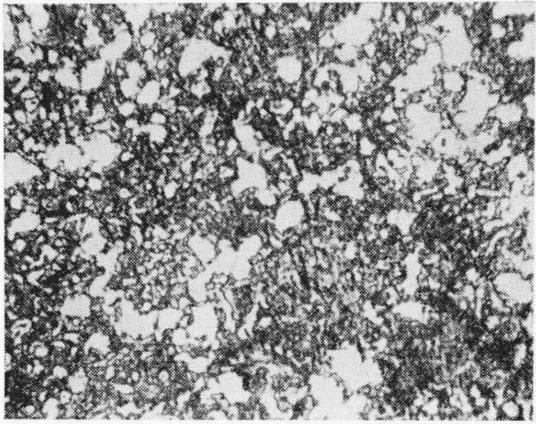


第2図 電磁軟鉄, 4回バフと腐食を繰り返した組織 (×400)

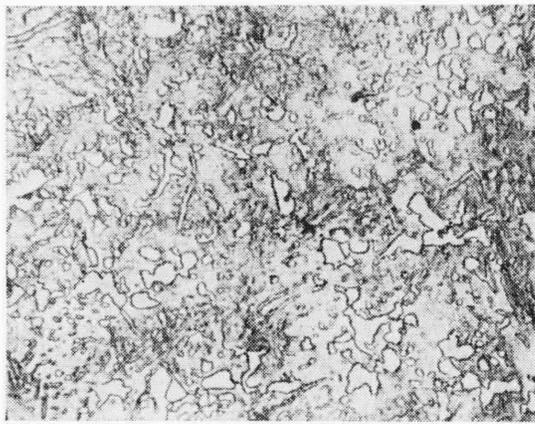


第3図 電磁軟鉄, 電解研磨後腐食した組織 (×400)

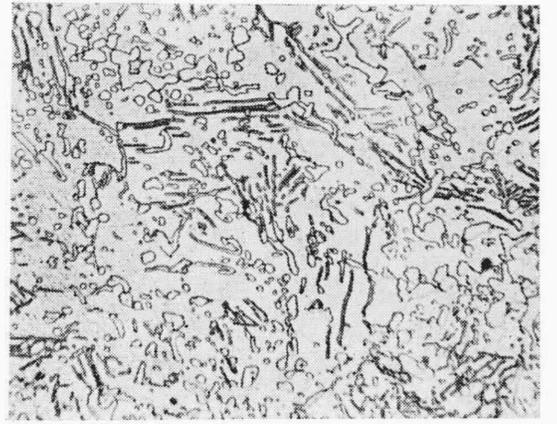
* 日立金属工業株式会社安来工場



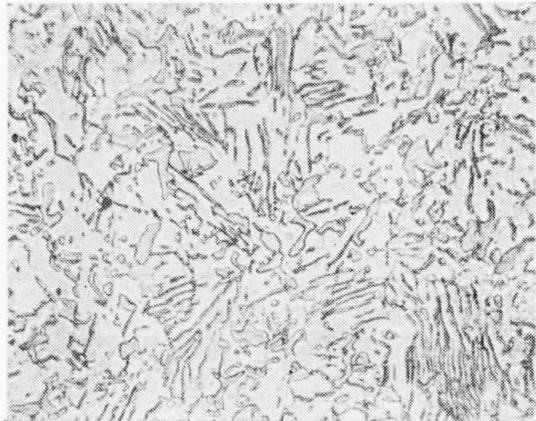
第4図 白2 (850°C焼鈍) 試料1回
バフ研磨後腐食 (×400)



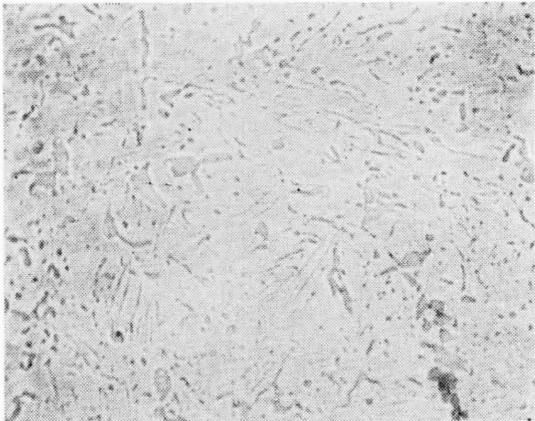
第5図 白2 (第4図のもの)をさらに
バフ研磨後腐食 (×400)



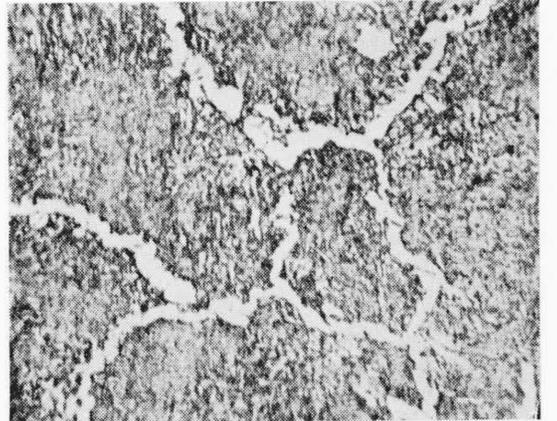
第6図 白2 (第4図のもの)をさらに3回
バフ研磨腐食を繰り返す (×400)



第7図 白2 (850°C焼鈍) を電解研磨後
腐食したもの (×400)



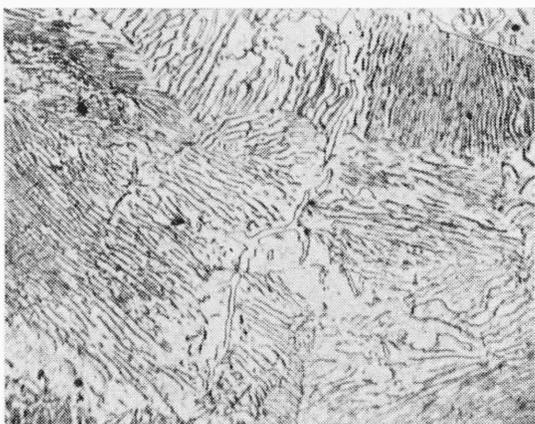
第8図 白2 (第7図と同じもの) の
電解研磨のままの状態 (×400)



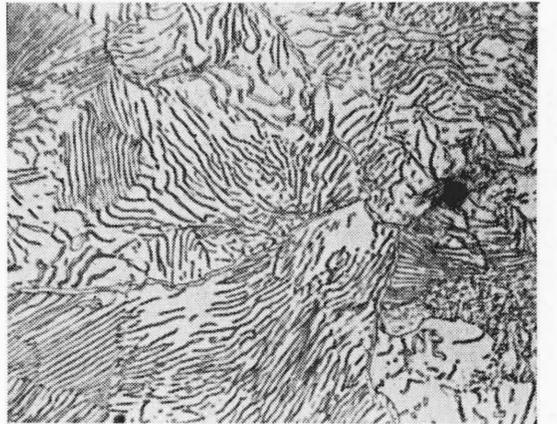
第9図 白2 (900°C焼鈍) 試料を
1回バフ研磨腐食 (×400)



第10図 白2 (第9図のもの) を
さらにバフ研磨腐食 (×400)



第11図 白2 (第9図のもの) をさらに3回
バフ研磨腐食を繰り返す (×400)



第12図 白2 (900°C焼鈍) 試料の
電解研磨組織 (×400)

り長時間かけ、また腐食と相当強く行われているが組織はほとんど現出しない。若干みられる研磨疵はバフ研磨終了時は認められなかったもので、腐食のために現われたものであり、多数の黒点はおもに etching pit と考えられる。

これをさらにバフ研磨および腐食を繰り返すと次第に結晶粒が認められるようになる。第2図はバフ、腐食を4回繰り返した場合の組織である。もちろんエメリおよびバフ研磨のかけ方、すなわち圧力とか研磨時間の差により多少の変化はあるが、通常用いられる方法では少なくとも2回以上バフおよび腐食を繰り返さねば完全と認められる組織は得られない。これらの機械研磨に対し、電解研磨では短時間でより鮮明な組織が得られる。第3図は電解研磨後同様の腐食を行った場合で、第2図と似ているが結晶粒界そのほかの組織がさらに明りょうである。ただ電解研磨の場合はその性質上電解過度になると pickling を生じ、とくに inclusion の多い試料は著しく、この点、機械研磨組織と異なる場合がある。

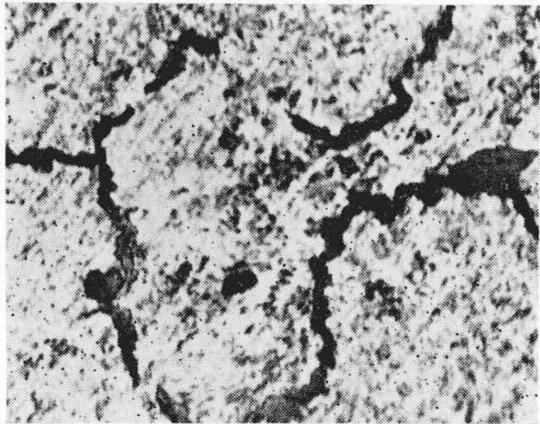
高炭素鋼の焼鈍組織も研磨回数により明らかな相異を示す。第4図は白紙2号の850°C焼鈍試料をエメリ研磨後1回バフ、3%硝酸アルコールで腐食した場合の組織である。すなわち初析セメンタイトと考えられる炭化物は白く大きく分布し、ほかは混然として黒く腐食されフェライトは全然認められない。これをいま一度バフ研磨

し、同様な腐食を行えば第5図のような組織となる。初析セメンタイトはその大きさを減じ、フェライト地および層状パーライトがやや認められる。第6図は同一試料についてさらにバフおよび腐食を繰り返した場合で、フェライト地に少量の層状パーライト、球状セメンタイトおよび初析セメンタイトが混在することが明らかであり、第4図に認められる大きな炭化物はみられない。

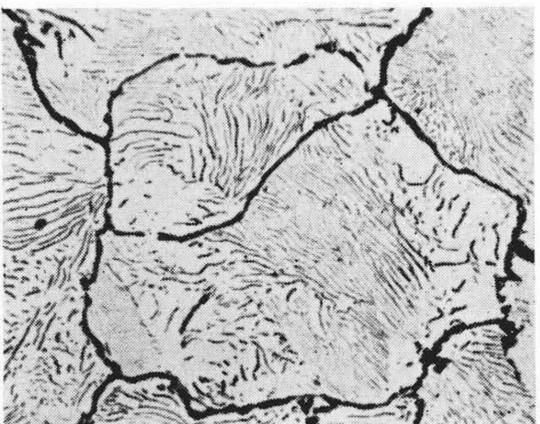
第7図は同試料の電解研磨組織である。すなわち第6図の繰り返し機械研磨組織とほとんど同様な組織を示すが、炭化物はやや立体感を呈し、かつわずかに着色されている。高炭素鋼においては電解研磨により炭化物が浮き出すことは、第8図のように電解後無腐食のままでも認められる。また炭化物が真白く現われないのは電解中試料表面に薄い酸化膜が生ずるからである。この点は電子回析により明らかとなっている。

高炭素鋼の球状化組織も研磨法の影響が現われ、たとえば800°Cに1時間保持球状化した白紙2号の球状セメンタイトはエメリ研磨後バフ1回のみでは大きく現われ、バフおよび腐食を繰り返すと球状セメンタイトの大きさがやや小さく多少そろってくる傾向を示す。電解研磨では850°C焼鈍の場合と同じく繰り返し研磨腐食を行った組織と合致する。

第9~11図は白紙2号を900°Cより徐冷し過共析セメンタイトを



第13図 白2 (第9図のもの) をピクリン酸ソーダで煮沸した場合 90秒 (×400)



第14図 白2 (第11図のもの) をピクリン酸ソーダで煮沸した場合 30秒 (×400)

網状に析出せしめた場合の組織に及ぼすバフと腐食回数の影響を示したものである。この場合もバフ1回のみでは網状セメンタイトは太く、ほかのパーライトは黒く腐食されほとんど層状が見分けられない(第9図)。バフおよび腐食を繰り返すと次第にパーライトが明りようとなり、網状セメンタイトがやや細くなること第10図のとおりである。さらにバフと腐食を繰り返すと層状パーライトはいっそう明りようになり、フェライト地とセメンタイトが区別できるようになり網状セメンタイトは初めの1/3以下の厚さを示すに至る(第11図)。

第12図は同じ試料を電解研磨した場合で機械研磨を繰り返したときの組織とほとんど同様である。

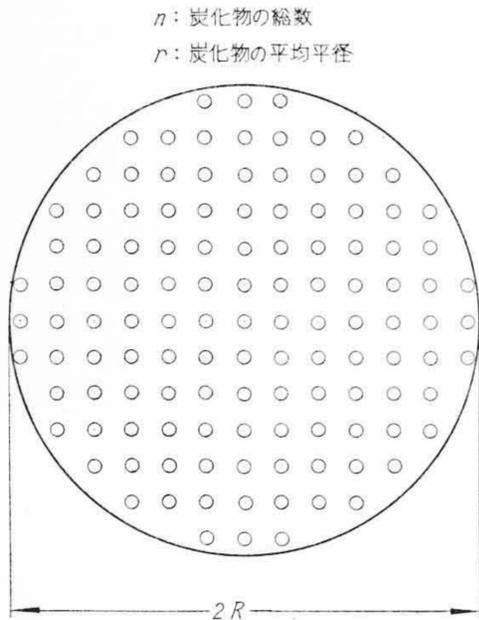
以上の研磨法と電子顕微鏡組織との関係については以前に発表した報告(2)(3)を参照されたい。

上述のとおり高炭素鋼の焼鈍組織に及ぼす研磨法の影響はかなり著しい場合のあることが判明したが、念のため別の腐食法による組織の差異を示したのが第13, 14図である。すなわち第13図は前述の試料(第9図の試料)を硝酸の代わりにピクリン酸ソーダ中で煮沸し、セメンタイトの着色により組織を観察したもので、煮沸3分でも網状セメンタイトは濃褐色に着色されず、やはり厚さが大であり、ほかの組織は混んとしてわからない。これに対し第14図はバフ腐食を3回繰り返した試料を同じくピクリン酸ソーダで着色した場合で、煮沸30秒で網状セメンタイトは濃褐色を呈し、結晶粒内の層状パーライトも明りように認められる。網状セメンタイトの厚さが少なくなることも硝酸腐食の場合と同様である。

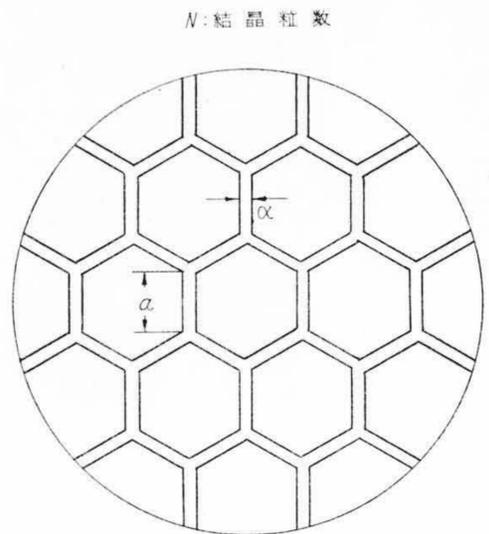
以上述べたように低硬度の鉄鋼試料の顕微鏡組織は普通のラフな機械研磨では著しく異なる組織を示すことがあり、バフ研磨および腐食を繰り返せば、最終的には電解研磨組織と同じになることが明らかである。

3.2 炭素含有量と組織の検討

前節の各顕微鏡組織の中で電磁軟鉄の場合は当然、結晶粒界の明りように認められる研磨法を採用することになるが、高炭素鋼の同一試料における組織の差異についてはどれが正確な組織を示すかに



第15図 球状セメンタイト計算図



第16図 網状セメンタイト計算図

ついて決定する必要がある。これに対する一手段として炭素含有量と組織との検討を行った。

金相学上ある試料の顕微鏡組織ははなはだしい偏析または過大組織のないかぎり各相の面積比は同じく各相の体積比を代表するものと考えられる。したがって容積比に各相の比重を乗ずれば重量比が得られる。いま純炭素鋼の全部のセメンタイトが完全に球状化し、かつ一様な大きさで分布したとすれば顕微鏡では第15図のように観察されるものとする。この場合基地は炭素濃度0のフェライト、すなわち純鉄とみなせば次式をうる。

$$\frac{\pi r^2 n \rho_1}{\pi R^2 \rho_2} = \frac{15C}{100}$$
$$\therefore C = \frac{20 r^2 n \rho_1}{3 R^2 \rho_2} \dots\dots\dots (1)$$

あるいは

$$r = R \sqrt{\frac{3C \rho_2}{20 n \rho_1}} \dots\dots\dots (2)$$

- C: 炭素含有量
- R: 視野の半径
- r: 炭化物の半径
- n: 炭化物の総数
- ρ₁: セメンタイトの比重
- ρ₂: 試料の比重

(1)式は実際の顕微鏡組織から炭素量を求めるときに、(2)式はある炭素鋼の任意の視野における球状炭化物の平均半径を求める場合である。

本研究に用いた炭素含有量1.15%の白紙2号の球状化組織より数視野について(1)式で計算すると、バフ研磨腐食1回の試料では炭素量1.30~1.40%、繰り返し研磨および電解研磨試料では0.90~1.10%となった。この場合各比重はセメンタイト7.657⁽⁴⁾、試料7.772にとったが、比重による差異は計測誤差内にはいるものと考えられる。上記の値は前者では分析値より相当高く、後者はやや低いフェライトそのほかに固溶したCを考慮すれば真の値に近いであろう。また炭素量1.42%の白紙1号の球状化組織(機械研磨)を電子顕微鏡により5,000倍に拡大し面積計算(切抜法)を行ったがバフ研磨、腐食を繰り返さない組織からは炭素量約1.60%を得た。

つぎに高炭素鋼をAcm線以上の温度より徐冷すればいわゆる標準組織となり、共析成分の層状パーライト地中に初析セメンタイトが粒界に析出し、網目状を呈することは周知のとおりで、この網状セメンタイト量から炭素含有量を計算するためオーステナイト結晶粒界が正六角形になったと仮定した場合モデル図第16図をうる。こ

れより近似計算式を組立てるとつぎのとおりである。

$$\frac{\{6N-2(N-1)\} a \cdot d \cdot \rho_1}{3/2 \cdot N a^2 \sqrt{3} \rho_2} = \frac{15(C-0.85)}{100}$$

$$\therefore C = \frac{40\{6N-2(N-1)\} d \rho_1}{9N a \sqrt{3} \rho_2} + 0.85 \dots\dots\dots (3)$$

d : 網状セメントタイトの厚さ
 a : 正六角形の一辺の平均長さ
 N : 結晶粒数

ただし全辺数(すなわち a の合計)の計算は近似等差級数 $\{6N-2(N-1)\}$ で粒数 N が多くなるとやや真の値よりふえるが、実際の結晶粒の形状は複雑な形をとるから誤差内にはいる。本式は網状セメントタイトが最も厚く出た場合の近似式といえる。

いま(3)式より第9図の組織から炭素量を求めると約1.40%、第12図の場合は約0.95%を得た。この場合も固溶炭素および実際試料の複雑な結晶粒の形を考慮するならばバフ1回の組織は著しく炭素量高く、電解研磨の場合は分析値に近くなることが推定できる。

3.3 腐食と研磨方法との関係

前述の顕微鏡組織は大部分3%硝酸アルコールで腐食したのであるが研磨法が異なれば腐食の程度も異なることが認められた。すなわち電磁軟鉄の場合バフ1回のみでは腐食されやすく、バフ、腐食を繰り返すにしたがい腐食されにくくなり、電解研磨試料は最も耐食性を示した。高炭素鋼の場合も前掲の写真より認められるようにバフ1回では地が腐食されやすく、電解研磨の場合は腐食されにくくフェライトが認められる。すなわちバフ研磨1回の試料は腐食されやすい層が表面に生じているものと考えられる。これを確認する意味で白紙2号の900°C焼鈍試料を5/0までエメリ研磨したまま3%硝酸中に浸漬し時間と組織との関係を調べてみた。その結果3分前後で網状セメントタイトが現われ、第9図の組織に似てくるが、さらに1時間腐食を続けると網状セメントタイトの厚さがやや細くなって浮上ってくる。地は真黒に腐食されるがこれを軽くバフ研磨すると、網状セメントタイトはさらに細く電解研磨程度になる。なおバフ研磨を続け、腐食部分をとり去り、通常の腐食を行えば電解組織(第12図)と似てくるが etching pit が多数残り、綺麗な組織は得られない。

またバフ研磨のみを長時間行っても pit や異状な組織を生ずる場合があり、電解研磨のような組織は得がたい。

ピクリン酸ソーダで煮沸する場合については既述したからふたたび繰り返さないが、バフと腐食を繰り返したときとそうでない場合とでは明らかに表面層が異なることが裏付けられる。

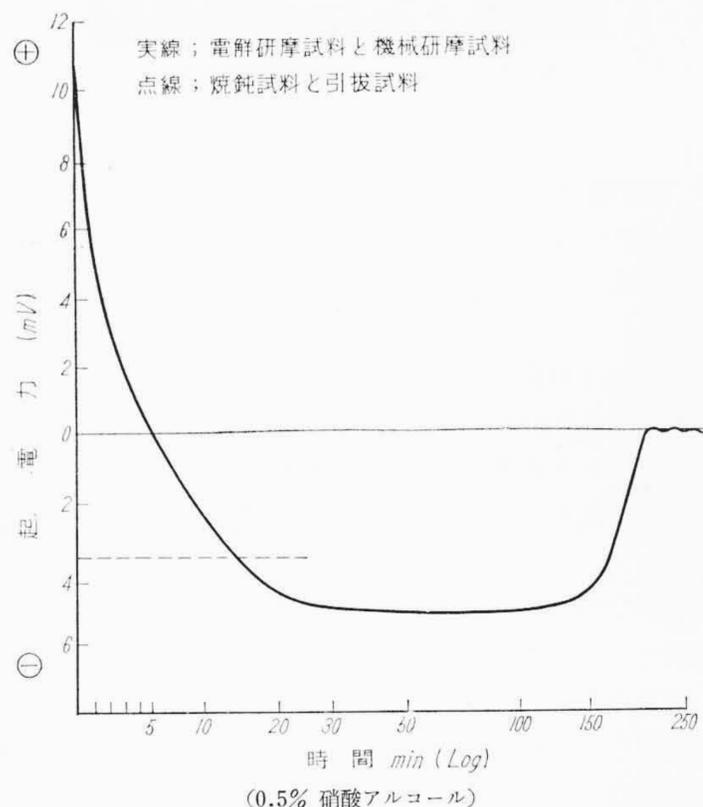
3.4 硬度試験と極電位法による検討

前節までの実験結果より同一試料における機械研磨組織の差異は表面層に存在することが判明したが、さらに他の面からこの変質層の存在を確かめる目的でつぎの実験を行った。まず電磁軟鉄をエメリ研磨(5/0)したままのもの、電解研磨を施したのものについて各研磨面の硬度測定を行った。試験機はマイクロビッカース硬度計を用い荷重25gで行った結果、両試料の平均硬度はほとんど変わらなかったが機械研磨のほうにはばらつきが多い。この結果は予期⁽⁵⁾に反したが、きず跡の大きさとビッカースコーンの角度より圧痕の深さを計算すると約4 μ となりかなり深い。このため表面変質層の影響は測定誤差内に入り、硬度には現われなかったものと考えられる。変質層の厚さは後記のとおり電磁軟鉄で約1.2 μ である。その後やや硬度の高いSA-1(特工2種相当)の球状化組織についてマイクロビッカースで測定した結果は、わずかではあるが明らかに機械研磨のほうに硬度大であった。

これらの結果から考えて機械研磨のさい生ずる変質層は実際の試料より若干高い硬度を有するものと思われる。

第3表 極電位測定結果(0.5% HNO₃ アルコール溶液)

試料(電極)組合せ	実験回数	実験結果(電位差)
両極共電解試料	1	わずかに指針振れる。約±1mV
両極共機械研磨試料	1	ほとんど指針振れず。約±0.3mV
焼鈍試料と引抜試料 (いずれも機械研磨)	2	一定の電位差を示す。約-3.5mV (第17図)
電解研磨試料と機械研磨試料	3	浸漬時間により著しい電位差の変化あり(第17図)

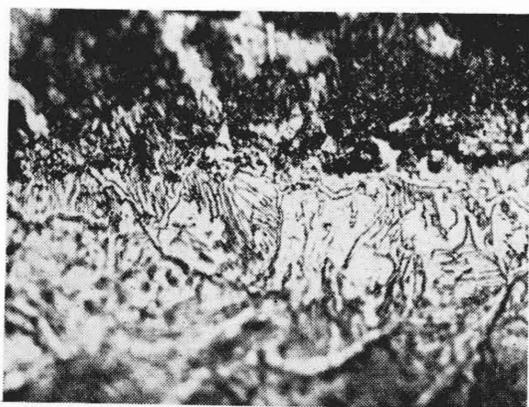


第17図 浸漬時間と起電力との関係

つぎに9.5mm ϕ の電磁軟鉄を約80mmの長さに切断し加工ひずみを除去後、電解研磨あるいはボール盤に取付け3/0のエメリ研磨を施した各試料について極間電位差を測定してみた。電解液は0.5%硝酸アルコール溶液でこれをビーカーにみだし、上記の試料を両極としその組合せを変えた場合の極電位と浸漬時間との関係を調べた。その結果を第3表および第17図に示す。

電解研磨試料あるいは機械研磨試料を両極にした場合も研磨条件が厳密には一定でないためわずかにミリボルトメータの指針がふれるが、すぐ電位差を消失する。また引抜加工のままの試料とこれを650°Cに加熱し加工ひずみを除去した試料を両極にした場合は一定の電位差を示し、時間的な変化は認められない。点線はこの一例を示す。これに対し電解研磨と機械研磨試料を組合せた場合は図のように両極を浸漬直後大なる電位差を生じ、ただちに急激にその大きさを減じ5分後に零となり、さらに方向を変えて電位差を増し20分ではほぼ一定値をとり、その後2時間位はこのままであるが、それ以上浸漬を続けるとしだいに電位差を減じ3時間以上ではほとんど電位差を消失する。図中の正負の記号は定性的な比較実験であるから任意にとってある。

以上の実験結果からつぎのことが推定される。すなわち機械研磨を施した試料の変質層は2種あり、最表面層のものは短時間の浸漬で除去されるからごく薄いと考えられる。その下の層は相当厚く約3時間の浸漬で除去され、かつ電位差の方向が引抜試料の場合と同じことから加工ひずみ層と考えてよい。この場合の稀薄硝酸では鉄に対して受動態現象を生ぜず、また変質層はきわめて薄く表面積の変化による誤差は無視しうるから、時間的経移のみから判定すれば前記の2種の層の厚さは約1対40の比となるが、酸に対する活性そのほかの性質が異なることが十分考えられるから、本実験結果のみで厚さの判定はできない。



第18図 白2 (900°C)焼鈍試料の変質層境界面 (×420)

3.5 変質層の厚さの決定

これまでの実験結果から機械研磨試料には変質層が存在することが明らかとなったので本節ではその厚さを測定した結果について述べる。

まず始めにこの変質層を直接観測する意図で白紙2号の900°C焼鈍試料を用い5/0のエメリ研磨を行い、これをメチルメタクリル樹脂に埋込みエメリ研磨面に直角な試料断面を研磨しバフおよび腐食を注意しつつ繰り返した。これを光学顕微鏡により400倍で観測したが網状セメントの厚さの変化はもちろん、変質層らしいものは認められなかった。また同試料を電解研磨した場合も端面が電解され観察不可能であった。これはいずれの場合も多少端面がまるくなり、またたとえ変質層が存在してもあまり薄いため認め得なかったものであろう。そこで今度は極端な場合を例にとり、同じ試料をエメリ研磨のさい、意識的に強圧力を加えたものを金属埋込用樹脂中で固め、研磨面に約40°の角度で切断後、水砥石をていねいにかけて、バフ研磨を慎重に約15分かけて軽く腐食してみた。その結果を第18図に示す。前述のように変質層は耐食性が異なるので黒く腐食され、試料母地との境界のみにしかピントが合わないが正常組織と変質層との境界はかなりはっきりと区別され、網状セメントに相当する部分は明らかに太く変化していることがわかる。この場合は故意に研磨中圧力を加えたので、変質層もかなり厚いと考えられるが、参考のためその厚さを算出した結果、約20 μ であった。

つぎに重量法による実験結果について述べる。ある試料の表面が一様に減ったものとするればその平均厚さ d は次式で与えられる。

$$d = \frac{W - W'}{S \rho} \dots \dots \dots (4)$$

W : 初めの重量

W' : 後の重量

S : 表面積

ρ : 試料の比重

試料は12mm³に仕上げた標準組織の白紙1号および電磁軟鉄を用い、一面をエメリ研磨後重量を測定し、次にバフ研磨、腐食を少しずつ注意しながら行い、そのつど、顕微鏡で組織を観察し、正常な組織の現出するまでこの操作を繰り返し重量減を測定した。この結果を(4)式により計算すると、白紙1号の場合約1.5 μ 、電磁軟鉄では約1.2 μ となった。また同様な方法で白紙1号を電解により変質層を除去した場合、その厚さは約1.4 μ を得た。すなわちこれを400倍で検鏡する場合は端面より0.6mm以下の厚さ内での変化であるから直接顕微鏡でその厚さや状況を観測することは困難といえる。

4. 考 察

4.1 変質層について

1901年 Beilby は軟質合金のみならず硬質合金においてもこの琢磨面には流動的非晶質性の物質の薄い層が存在すること、およびこ

の物質は高粘度流態にきわめてこく似た状態を示すことを報告した⁽⁶⁾⁽⁷⁾。この表層皮膜は30~100Åで Beilby は非晶質(amorphous)というよりもむしろガラス質(vitreous)とすべきだと論じたが、確認されるに至っていない。激しい光沢摩きの際発生する強制琢磨(forced polish)もこれが深部までにはいることにより生ずるともされている。

これと同様な現象が金属の摩耗試験においても生ずる⁽⁸⁾。この場合は数 μ の変質層が得られ、その原因は試料表面の凸起、結晶咬合、引掻および粘着引張などによる加工硬化に基づき非晶質の細粒となり、表面エネルギーは大で活性を呈し、化学反応を生じやすくなるものとされている⁽⁸⁾⁽⁹⁾。ゆえにこの層の性質により耐摩耗性が決定されるわけであるが、そのほかこの変質層に関係ある事項をあげると、軟い金属に生じやすいこと、硬度を増加すること、光輝を増すこと、摩擦方向を示すこと、組織微細化の傾向を示すことおよびガスを多く含むらしいことなどである。電解研磨の場合は当然、加工ひずみを受けず上記変質層が除かれるから電気的性質、すなわち接触抵抗が少なく電弧遮断能力が大となり、不銹鋼の場合は耐銹性が数10倍よくなるとの報告⁽¹⁰⁾もある。エメリ研磨を軽く行った場合でも原子の移動が表面部に起り、非晶質層あるいは変質層を生ずるとの説⁽¹¹⁾⁽¹²⁾もある。

これらの諸文献および実験結果を考察して本研究で取扱った試料の変質層も Beilby 層すなわち流動非晶質層と研磨加工ひずみ層からなるものと考えられるが、前者はきわめて薄く恐らく検鏡腐食のさいほとんど除かれ、たとえ残ったとしても可視光線を容易に通過させる程度の厚さと考えられる。したがって鉄鋼の顕微鏡組織に影響を及ぼす変質層は大部分、エメリ紙研磨による加工ひずみ層とみられる。

4.2 研磨法について

以上に述べたとおり鉄鋼試料においても機械的研磨の場合は変質層を生じ不正確な組織を現出する場合がある。ただし焼入試料のほか比較的硬度の大なる試料では特に問題は生じない。また低硬度試料においても炭化物が非常に微細な場合は非晶質層は生ずるが、過大な炭化物として現出することは少ないようである。

高速度鋼のような複炭化物を作る試料の顕微鏡組織の正否は簡単な面積計算などにより判定できないが、焼鈍した場合はやはり変質層を生ずる可能性がある。したがって研磨法としては電解研磨の可能なものは能率の点からみてもなるべく電解研磨を採用すべきであるが、電解研磨の不可能な試料については特に機械研磨のさい加工ひずみを受けないようにせねばならない。しかし研磨の機構からいえば逆にある程度の加工ひずみが残るような条件でなければ研磨が進行しないとも考えられるから多少は変質層は生成するものとみねばなるまい。またこの変質層がエメリ研磨だけによって生ずるか否かについても検討の余地があるが、一応エメリ研磨はなるべく軽く行い、バフをていねいにかけるか、バフ、腐食を繰り返す方法が推奨される。またこれらの機械的研磨の条件は各試料により異なるから実際個々の試料について検討する必要がある。

なお焼鈍高炭素鋼を機械研磨したさい生ずる過大炭化物の挙動については別の機会に報告したい。

5. 結 言

以上の実験結果を要約するとつぎのとおりである。

- (1) 鉄鋼の低硬度試料の顕微鏡組織に及ぼす研磨方法の影響を調べ機械研磨と電解研磨との差異を確かめた。
- (2) 機械研磨試料は変質層を生ずる場合が多く、これを除くにはある程度バフ研磨と腐食を繰り返す必要がある。
- (3) 電解研磨試料は変質層を生ぜず短時間で正確な組織が得ら

