

Table 1. Spacings of the precipitate (Å).

| A | B | TiC (ASTM) | TiC(Calculated from Eherlich's data) | TiN (ASTM) |
|-------------------|-------------------|---------------|--|---------------|
| 2.48 | 2.50 | 2.508 | 2.490 (111) | 2.44 |
| 2.16 | 2.18 | 2.179 | 2.157 (200) | 2.12 |
| 1.52 ₅ | 1.52 ₅ | 1.535 | 1.529 (220) | 1.496 |
| 1.30 ₃ | 1.30 ₃ | 1.311 | 1.301 (311) | 1.277 |
| 1.24 ₀ | 1.25 ₀ | 1.255 | 1.245 (222) | 1.223 |
| | | 1.086 | 1.078 (400) | 1.056 |
| 0.995 | 0.995 | 0.997 | 0.990 (331) | 0.972 |
| 0.965 | 0.973 | 0.971 | 0.965 (420) | 0.948 |
| 0.885 | 0.885 | 0.884 | 0.880 (422) | 0.865 |

る観察結果は Photo. 3 に示すとおりであり、析出物の粒子の大きさの増大と数の減少が認められた。



Sample (A)

Sample (B)

Photo. 3. Electron micrograph of sample (A) and (B) quenched from 1100°C (carbon extraction replica).

チタン鋼においては結晶粒の粗大化が約 1000°C でおこることがおそらくはこの析出粒子の大きさの増大と数の減少によるものと考えられる。上記析出物の制限視野電子回折によれば TiC と TiN との中間の格子常数を示すものが認められた。

1300°C の加熱処理によつては、A、B ともに析出粒子の数はさらに減少し、B においては粒子の外形は丸みをおび、固溶の過程にあるものと考えられる。析出粒子の制限視野電子回折によれば、B の場合、TiN の格子常数を示すものが比較的多く、TiN の析出が TiC よりも高い温度でおこなわれることを示しているものと考えられる。

IV. 結 言

以上 Fe-Ti-C 系について電子顕微鏡および電子回折を用いて析出相の研究をおこなつた。析出相は比較的低温では TiC であるが、高温では TiN の格子常数に近づく。また抗張力および降伏強度が 900°C から 1300°C の加熱処理で増すのは TiC が地鉄中に溶解し固溶炭素が増すためであること、TiC の析出あるいは溶解が結晶粒度に関係を持つことなどが推察される。

文 献

- 1) E. Houdremont, F. K. Naumann und H.

Schrader, Arch. Eisenhüttenw., 16 (1942), p. 57

- 2) G. F. Comstock, "Titanium in Iron and Steel", (1955), p. 117, John Wiley & Sons.
 3) 成田貴一, 神戸製鋼所研究報告 神第 1055, 昭和 33 年
 4) R. M. Fisher, ASTM, Special Technical Publication, No.155, (1954).
 5) 平野坦・日浦保, 鉄と鋼, 44 (1958), p. 407.
 6) P. Eherlich, Z. anorg. Chemie. 259 (1949), p. 1
 7) J. W. Halley, Trans. AIME., 167 (1946), p. 224

(93) 炭素鋼, 低合金鋼の研究方法与その結果

(鋼の顕微鏡組織顕出のための新しい研磨法について—I)

住友金属工業, 製鋼所研究部

○川村 弘一・数井 良一

Polishing Method for C-Steels and Low Alloy Steels and their Results.

(On the new polishing method for development of micro-structure of steel—I)

Kōichi Kawamura, Ryoichi Kazui.

I. 緒 言

鋼の金相学的研究で欠くことのできない顕微鏡試料の製法としては、従来試料の切断ならびに研磨はすべて機械的に行われその面を適当な腐蝕液にて腐蝕し、観察するのが最も普通とされていた。ところが機械的な研磨作業は周知のごとく、バフ研磨の最終仕上げにいたるまで数回の粗から細にいたる粗度の異なるサンド・ペーパー研磨の過程を必要とし、その煩雑性と非能率性は金相学的研究分野における作業的障害の1つとされていた。

近年この研磨工程を自動的に行う装置も種々考案されているがそれによつてもなお相当の時間を要した電解研磨法も電解前の研磨面をかなりの程度にまで仕上げておかないと良好な結果が得られない。そこで著者らは顕微鏡試料のより合理的な製法について検討を試み、その結果、過酸化水素溶液を使用する化学的処理法が好適であることを見出した。すなわち各種の鉄鋼についてこの方法を使用する場合はエメリーペーパー 120(120メッシュ)程度のベルトサーフェサーで仕上げた試料を約20秒本溶液に浸漬するだけで直ちに研磨と同時に顕微鏡観察可能な組織の顕出を得て煩雑ならびに技術上の困難性は全くなく従来の機械的な研磨法に比較すれば飛躍的な新しい方法であることを認めた。

Table 1. Chemical composition of specimens.

| Specimen | C | Si | Mn | P | S | Cu | Ni | Cr | Mo |
|-----------------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|
| Low C. steel | 0.12 | 0.26 | 0.40 | 0.013 | 0.011 | 0.15 | | 0.09 | |
| 〃 | 0.21 | 0.28 | 0.61 | 0.008 | 0.009 | 0.17 | | 0.07 | |
| Medium C. Steel | 0.35 | 0.29 | 0.61 | 0.040 | 0.032 | 0.16 | | 0.08 | |
| High C. steel | 0.60 | 0.30 | 0.63 | 0.038 | 0.033 | 0.14 | | 0.09 | |
| Si-Mn steel | 0.60 | 1.64 | 0.91 | 0.017 | 0.014 | 0.15 | | 0.09 | |
| Cr steel | 0.52 | 0.31 | 0.55 | 0.014 | 0.011 | 0.17 | | 0.96 | |
| Ni-Cr steel | 1.10 | 0.21 | 1.15 | 0.011 | 0.008 | 0.14 | 1.37 | 1.23 | |
| Cr-Mo steel | 0.24 | 0.37 | 0.52 | 0.007 | 0.010 | 0.16 | | 1.33 | 1.52 |
| 〃 | 0.45 | 0.27 | 0.79 | 0.009 | 0.010 | 0.20 | | 0.74 | 0.22 |
| 〃 | 0.64 | 0.31 | 0.82 | 0.009 | 0.011 | 0.14 | | 1.02 | 0.31 |

本報においては各種の炭素鋼および特殊鋼(低合金鋼)に対する好適な各々の処理条件および従来法(機械的な方法)との比較, 過酸化水素濃度と顕出組織との関係などについて報告する。

II. 試料および実験方法

(1) 試料, 試料は低炭素鋼, 中炭素鋼, 高炭素鋼, Cr 鋼, Ni-Cr 鋼, Ni-Cr-Mo 鋼などの最も一般的な鋼種を選び実験に供した。その化学成分は Table 1 に示すとおりである。なお試料の表面はグラインダー研磨後直ちに, ベルトサーフェーサー(エメリーペーパー 120)により1回で仕上げた。

(2) 過酸化水素を使用する溶液

過酸化水素と硝酸あるいは弗酸と水の混合溶液であつて, 対象金属に最も適する混合割合を選択し使用した。

低炭素鋼に対する混合割合の一例を挙げると次の通りである。過酸化水素水(30%) 1 に対し, 硝酸溶液(20%) 2 を加えた混合溶液。

(3) 処理方法

試料を過酸化水素を含む前項の混合溶液中に, 20~30 秒浸漬し試料と溶液をはげしく反応させて試料を溶液より取り出し直ちに水洗, 乾燥する。この短時間の簡単な処理で試料面の機械的な切削傷は完全に除去され, 表面を平滑に研磨すると同時に顕微鏡観察に適する状態の組織を自由に顕出させることができる。なお処理温度は, 30~70°C である。

III. 実験結果

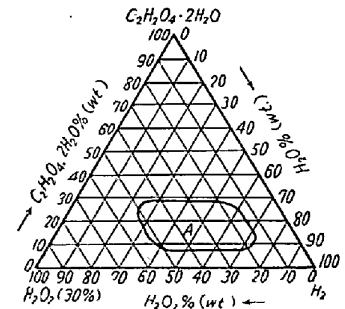
各種の鋼について最も適する処理溶液の混合割合を求めため, 過酸化水素と酸と水の種々の割合の混合溶液を作製し, 逐一試料を浸漬反応させてその仕上り状態を顕微鏡で観察し, 組織顕出に好適の濃度範囲を決定した。

その1例として低炭素鋼に対し求めた濃度範囲を Fig. 1 の三元図に示した。

なおなそれらの場合の顕出した顕微鏡組織のうち, 高炭素鋼について得た写真を Photo. 1 に示した。

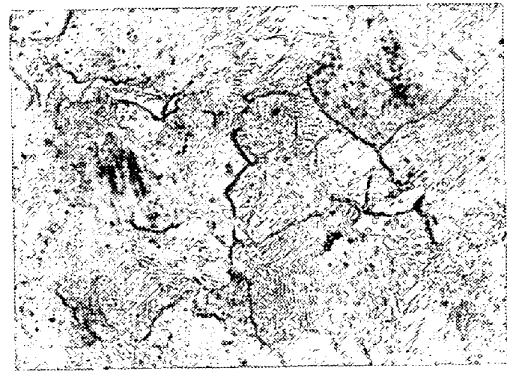
さらに混合溶液中の過酸化水素濃度の変化が組織の顕出状況に影響をおよぼすことを認めた。すなわち過酸化水素濃度が必要以上に大なる場合は, 研磨のみが行われ腐蝕の程度が浅い状態になる

これをふたたび 5%ピクリン酸ア



A. Effective domain for development micro-structure

Fig. 1. Diagram of polishing solution for low-C steel.



High C steel (normalized) ×500 (2/3)

Photo. 1. Micro-structure of specimens developed by new method.

ルコール溶液で腐蝕すると正常な組織が顕出される。

また過酸化水素濃度が過少の場合は, フェライト地が汚損された状態になり好適でないことを認めた。

その他, 過酸化水素と弗酸の混合溶液にても顕微鏡組織の顕出が可能である。その1例を示すと Photo. 2 のとおりで試料は中炭素鋼で過酸化水素水(30%) 水, 弗酸(40%) を 10 : 10 : 1 の割合で含む常温の混合溶液で処理した。処理時間は 1~2 分である。

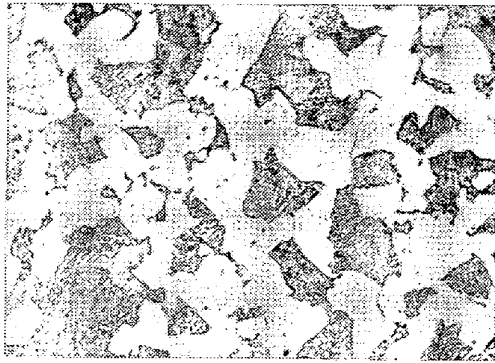
(by H₂O₂-HF-H₂O solution)×500 (2/3)

Photo. 2. Micro-structure of a specimen developed by new method.

IV. 結 言

以上は従来機械的に研磨された鋼の顕微鏡組織顕出法に対し化学的に短時間に顕出できる方法についてその処理条件、および顕出組織の状態の代表的な 1, 2 を示し説明したが、この方法は操作も簡単で熟練を要せずとくに従来の小片試料の研磨の困難性に対して本法はとくに有利で、時間的には従来法の約十分の一であり、その仕上り状態も良好で飛躍的な新しい方法であることを認めた。

さらに今後に残された問題としてより現場的にグラインダーのみの加工面などからもただちに顕微鏡組織の顕出が可能となる方法の確立、および高合金鋼に対する処理法などについて検討中である。(写真 9 枚を割愛した)

(94) 焼戻し炭素鋼の強度におよぼすセメンタイト粒子の分散の影響

大阪大学, 工学部 工博 美馬 源次郎
Influences of Cementite Particle Dispersion on the Strength of Tempered Carbon Steel.

Genjiro Mima.

I. 結 言

鋼の機械的性質とセメンタイトの球状化およびその分散状態との関係については、すでに多くの研究がなされている。これらの中で球状セメンタイトの分散と機械的性質とに関係するものとしては古くは Shimura u. Esser (1930) のセメンタイト粒子の数と硬度との関係、Wood のセメンタイトの大きさと硬さとの関係、Desch & Roberts (1923) および小林 (1926) らのセメンタイト

の球状化および成長と衝撃値との関係についての研究がある。また Roberts et al. (1952) は任意の直線上と交るセメンタイト粒子間の平均距離の対数と弾性限および降伏強度との関係を数種の鋼についてまとめている。さらに最近 Hyam & Nutting (1956) は焼戻鋼の硬度と焼戻中に起る種々の組織的变化との関係について詳細に研究し、その硬度は地鉄結晶粒子の大きさに関係すること、すなわち、硬度と地鉄結晶粒子寸法の平方根の逆数 $[1/\sqrt{d}(\text{mm})]$ とは直線関係を保つことを認めている。しかしながら、焼戻し効果の少ない間は地質の組織は細かい笹葉状の地鉄結晶となり、かかる組織は相当消え難い。したがって地鉄結晶粒子の大きさを広い範囲にわたって同一規定にて測定することはほとんど不可能である。しかるに彼等は結晶粒子を真球と仮定した Smith の粒子大きさ計算法を用いて決定している。これは全く当を得ていない。また実際彼等の測定資料は相当直線から離れて散在する。これと同様な意味の矛盾は Turkalo & Low (1958) も指摘している。また Turkalo & Low はセメンタイト粒子の分散と降伏強さ (0.2%) との関係について研究している。すなわちかれらは 400°, 600°, 800°, および 1100° F の各温度にて 1 時間焼戻した試験片、および 1200° F にて 12 時間焼戻した試験片につきセメンタイト粒子間の平均距離の対数と降伏強度との関係を求め、前四者の焼戻試片より得た資料は同一直線上に乗るが、1200° F 焼戻しの試験片の資料は上記直線よりいちじるしく偏ることを認めるとともに、この後者の資料に対しセメンタイト粒子間の平均距離の代りに地鉄結晶粒子の大きさを用いると、1200° F 焼戻し試験片の資料も同一直線上に乗ることを認めている。またセメンタイト粒子間の平均距離の代りに地鉄結晶粒子の大きさを用いることを 1200° F-12 時間焼戻した試験片のみに適用した理由として、この試験片においてはセメンタイト粒子が地鉄の結晶粒子境界に存在するというを挙げていっている。しかし、著者は次のような理由によつて Turkalo & Low の上記のような資料の処理を不適当と考える。セメンタイト粒子の大きさ、量、などは焼戻し温度によつて違つていながら、1200° F-12 時間焼戻した試験片以外の比較的低温において焼戻した試験片においても、球状セメンタイトが地鉄結晶粒子の境界に存在することは Turkalo & Low 自身が提出している電子顕微鏡のみならず Hyam & Nutting の示すそれらによつても明瞭に認めることができる。すなわち球状セメンタイトおよびセメンタイト膜の大部分は比較的低温における焼戻しにおいてもすでに、焼戻し前にマルテンサイト