

らないが、両現象の活性化エネルギーのふるまいの似ていることはこれら両者間の関係を示唆するものであろう。

4. 結 言

純鉄に炭素を 0.0097% 以下添加して Fe-C 固溶体を作り、結晶粒成長の実験を行ない、粒成長の活性化エネルギーを決定し、粒界緩和内部摩擦の活性化エネルギーと比較した。多結晶体のデータの解析の困難さを考慮すると、多結晶などによる粒界移動の直接決定が最も望ましい。

文 献

- 1) G. W. MILES, G. M. LEAK: Proc. Phys. Soc. 78, 6, p.1529
- 2) P. FELTHAM: Acta. Met., (1957) 5, p. 97

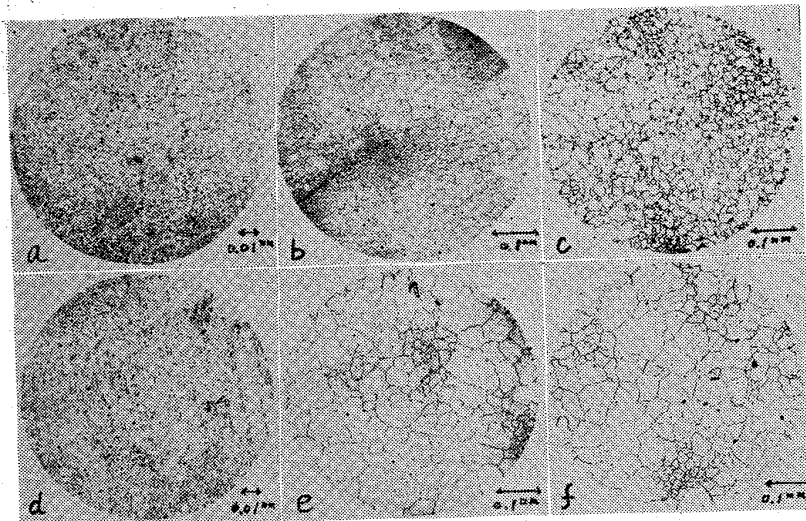
(190) 調質鋼の粒界現出について

日本製鋼所、室蘭製作所研究所
本間亮介・田部博輔・山下玉男・工藤浩一
Grain Boundaries Revealing of
Quenched-Tempered Steels.

Ryosuke HONMA, Hirosuke TABE,
Tamao YAMASHITA and Koichi KUDŌ.

1. 緒 言

鋼の顕微鏡観察において粒界を検出することは、割れの機構(粒界割れか、粒内割れか)の研究、あるいは機械的性質と結晶粒度の研究などにおいて重要なことである。



- a. Heat treatment—Spheroidized; 850°C-40 min-water quenched; Etched in picral. (×400)
- b. Same specimen as(a). Etched in picric acid-water-Lipon F solution and lightly polished. (×100)
- c. Same as(b). Re-etched in picral and lightly polished. (Original ×100)
- d. Heat treatment—Spheroidizing; 900°C-40 min-water quenched; Etched in picral. (×400)
- e. Same as(d). Etched in picric acid-water-Lipon F solution and lightly polished. (×100)
- f. Same as(e). Re-etched in picral and lightly polished. (×100)

Photo. 1. Photomicrographs of forged steel with composition of Table 1.

Table 1. Chemical composition of steel tested. (%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
0.80	0.30	0.23	0.010	0.010	1.81	0.25	0.08

Table 2. Commercial names of reagents tested.

Lipon F	Salat
Monogen W	New bieve
My pet	Emarl S
Wonderful K	Acron
Number 1.	Pitch
Zab	Tel
Nissan Soap	Telstar
High top	Lipon P
Blue delux	Emarl 10

Table 3. Reagents which have effect to attack grain boundaries.

Commercial name	Wetting agent in it
Lipon F	Sodium alkyl benzen sulfonate
Monogen W	Sodium alkyl sulfate
Emarl S	Sodium alkyl sulfate
Acron	Sodium alkyl benzen sulfonate

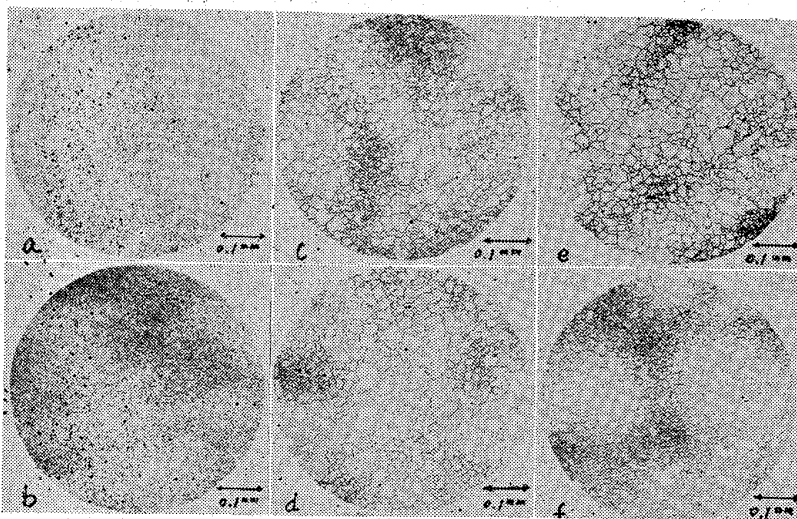
る。しかし調質鋼の前オーステナイト粒界(以後「粒界」と呼ぶ)を明瞭に現わすには、一般に特殊な腐食技術が必要とする。

鋼のオーステナイト粒度を求める方法として浸炭法その他があるが、これらの方法は時間もかかり操作が煩雑で、粒度を正確に求めることができないとはかぎらない。そこで腐食液を使用して簡単に粒界を現わす方法が紹介されている。その考え方は腐食液の中に表面活性剤²⁾を添加して、粒界を優先的に腐食しようというのである。また粒界を明瞭に現わすため、脆化处理を併用³⁾することも行なわれている。

本報告では調質鋼の粒界を明瞭に現わす腐食液、腐食方法について研究した結果を紹介する。そのために市販の家庭用洗剤の大半を表面活性剤として腐食液の中に添加し、粒界腐食に効果のあるものを選び出した。さらにこの腐食法を使用した2, 3の試験結果を紹介した。

2. 腐食液および腐食方法についての試験

粒界を現わす試験に使用した供試材は Table 1 のごとき化学成分を持ち、寸法 15×20×10mm の鍛造材で球状化焼鈍後、850°C-1.5 hr 保持、水冷を行なった。したがって組織はマルテンサイトになっている。この供試材の研磨面を、普通に金属組織腐食液として使用されている飽和ピクリン酸水溶液中に



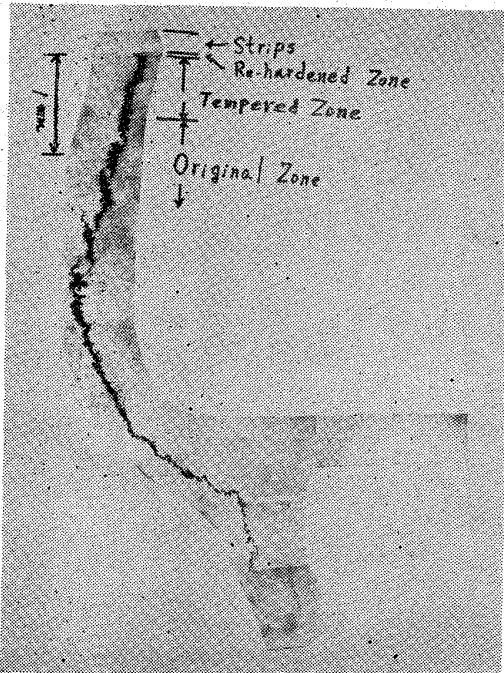
Heat treatment—Spheroidized: 650°C-40 min-water quenched.
Etchant—Picric acid-water-following reagent solution. (×100)
a. Lipon P. c. Lipon F. e. Monogen W.
b. Emarl 10. d. Emarl S. f. Acon.

Photo. 2. Grain boundaries attack effect of etchant containing reagents. Photomicrographs of forged steel with composition of Table 1.

Table 2のごとき商品名の洗剤をそれぞれ添加して、腐食してみた。

その結果、Table 3に示すものが粒界を現わすのに効果があることがわかった。

Photo. 1にTable 1成分の水焼入した供試材を使用してライボンFの効果調べた結果を示す。850°C水冷および900°C水冷した供試材を普通の金属組織腐食液ピクリン酸アルコール溶液にて腐食するとそれぞれa



×100 (1/2)

Photo. 3. A section of forged steel roll surface crack. Grain boundaries are attacked by the etching method.

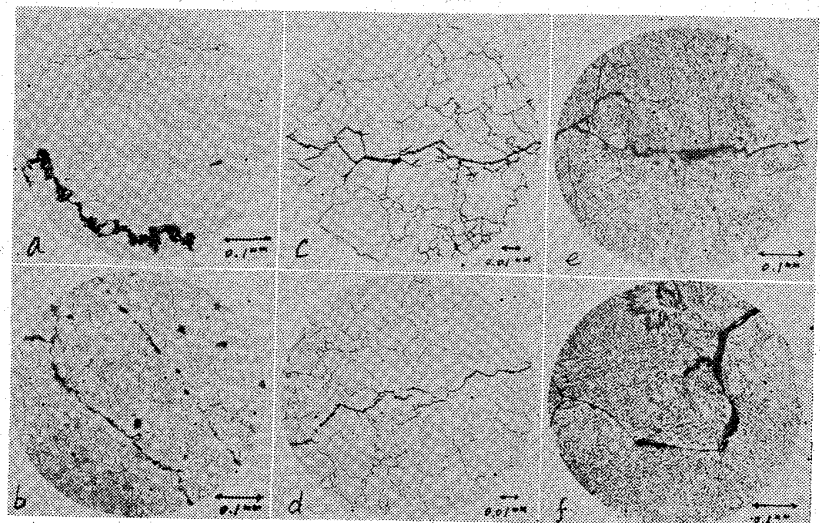
およびdのごとくなり粒界は現われない。それをライボンFを約0.2%含む飽和ピクリン酸水溶液を使用して約15min腐食すると黒くなるから、続いて酸化アルミナ粉を研磨剤に使って軽く布研磨するとそれぞれbおよびeのごとく粒界が現われてくる。これではまだ腐食むらが残っているので、供試材をさらに飽和ピクリン酸アルコール溶液中で約1min腐食し、続いて軟く布研磨するとそれぞれcおよびfのごとく粒界が明瞭に現われる。cおよびfよりオーステナイト化温度と粒度の関係を知ることができる。

添加する洗剤の種類を変えてやつたときの例をPhoto. 2に示す。これよりTable 3の洗剤が粒界を現わす効果があることがわかる。これら洗剤の濃度について試験してみた結果は濃度が小さくなれば粒界現出までの時間が長くなり、濃度が大きくなれば時間は短くなるが腐食むらができる。腐食液の温度を上げた場合は腐食時間は短くなるが、腐食むらができやすい。したがって1次の腐食液は飽和ピクリン酸水溶液中に、Table 3の洗剤のどれか1種類を約0.2%添加した常温の腐食液がよいことがわかった。

3. 本腐食法を利用した試験

3.1 割れの機構の確認(粒界割れか、粒内割れか)

i) 鋼板の冷間圧延に使用される鍛鋼製焼入ロールにはときどき鋼板が巻き付きロール表面が焼き付く、いわゆる絞り込みという事故があり、ロール表面に割れが発生する。この割れの断面を本腐食法を適用して観察するとPhoto. 3のごとくなる。割れはジグザグに、主に粒



1st Etchant: Picric acid-water-Emarl S solution.
2nd Etchant: Picral.

- a. A section of forged steel roll surface crack. (×100)
- b. A section of hair cracks in tining roll, high carbon steel with 1.0% carbon content. (×100)
- c. d. Sections of forged steel quenching crack. (×400)
- e. f. Sections of hair cracks in die block. (×100)

Photo. 4. Sections of several cracks.

界を縫って走っている。その局部拡大図を Photo. 4-a に示す

ii) Photo.4-b は錫メッキ用に使用される C 1.0% の高炭素鍛鋼ロールの内部に発生した水素系欠陥を示したものである。本腐食法を使用することにより、割れは粒内を走っていることがわかる。

iii) Photo.4-c, d は Table 1 成分で 850°C 水焼入をした供試材の焼割れ断面を示す。この場合、大部分粒界割れであるが、ごく一部粒内割れのところがみられる。

iv) Ni-Cr-Mo鋼製の型鍛造用型用鋼に焼鈍過程中発生した水素系欠陥を Photo.4-e, f に示す。この場合、割れは主に粒内を走っている。

3.2 鋼製品の表面から内部へかけての粒度変化

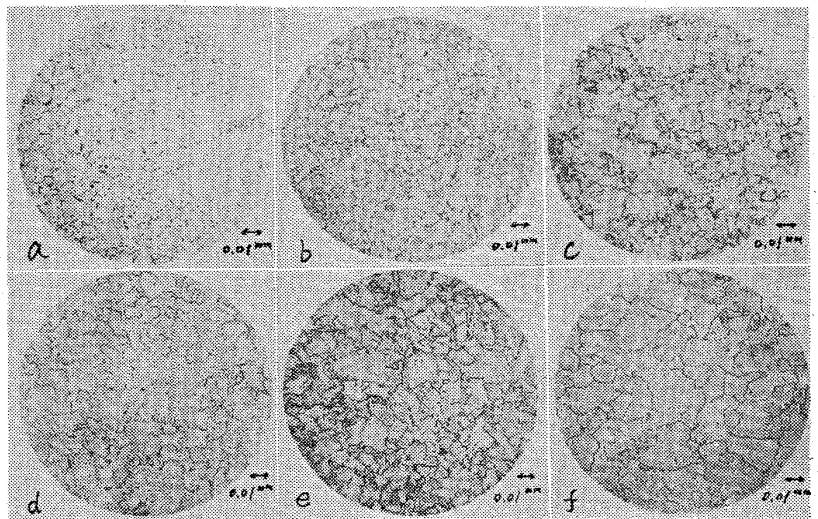
鋼製品には粒度の点でも質量効果が考えられる。たとえば中、大型の鍛鋼品では造塊、鍛錬、熱処理の効果が表面と内部で異なるので、当然粒度も表面と内部の各位置では異なってくる。それを確かめるために鍛鋼品として冷間圧延用焼入ロール（直径 546mm, 中心孔直径 100mm）を選び、その表面から中心孔に向つての粒度の変化を求めてみた。その結果を Photo. 5 に示す。a は表面より 5mm, b は表面より 10mm の位置でいずれもマルテンサイト組織であり、本腐食法にて粒界を明瞭に現わすことができた。ところが 15mm の位置より中心孔まではベイナイト組織であり、本腐食法では粒界が明瞭に現われなかつた。そこで 65°C-5hr 保持, 15°C/min で徐冷する、いわゆる脆化処理を行なった後に本腐食法を適用したところ、粒界が明瞭に現われた。その結果を c, d, e, f に示す。Photo. 5 よりロール表面から中心孔に向うにしたがつて粒子が大きくなって行くことがわかる。

4. 結 言

調質鋼の粒界を現わす腐食液、腐食方法について研究し、市販の数種の洗剤の添加が有効であることを確かめた。またこの腐食法を利用して数種の割れの断面を観察し、粒界割れか、粒内割れかを判定した。更にこの腐食法を利用して、鍛鋼製焼入ロールの表面から中心に向つての粒度の変化を求めた。

文 献

- 1) 日本規格協会: JIS ハンドブック・鉄鋼, (1964) p. 83
- 2) J. B. COHEN, A. HURLICH, M. JACOBSON: Trans. Amer. Soc. Metals, 39 (1947), p. 109
- 3) G. A. DREYER, D. E. AUSTIN, W. D. SMITH: Metal Progress, 85 (1964) 4, p. 116



1st Etchant: Picric acid-water-Monogen W solution. (×400)
2nd Etchant: Picral.

- a. Position of 5 mm under the surface.
- b. Position of 10 mm under the surface.
- c. Position of 70 mm under the surface after embrittled (600°C-5hr-15°C/hr cooled).
- d. Position of 120 mm under the surface after embrittled (Same as C).
- e. Position of 150 mm under the surface after embrittled (Same as C).
- f. Position of 5 mm from the center hole surface after embrittled (Same as C).

Photo. 5. Grain size change from surface to centre of forged steel roll with diameter of 546 mm, inter hole diameter of 100 mm and composition of Table 1.

(191) 少量の Ni, Cr を含む構造用低炭素鋼の組織と被削性について

(鋼の被削性と微量元素に関する研究—II)

金属材料技術研究所

工博○荒木 透・谷地重男・吉松史朗

On the Machinability and Microstructure of Low Carbon Construction Steels Containing a Small Quantity of Ni and Cr.

(Study on machinability and minor alloy elements steel—II)

Dr. Tōru ARAKI, Shigeo YACHI and Shirō YOSHIMATSU.

1. 結 言

構造用低炭素鋼に微量不純物として含有されている金属元素 Ni, Cr その他の影響に関してはその機械的性質浸炭性などについてすでに研究報告がなされている¹⁾²⁾。しかし量産過程における普通構造用鋼の被削性におよぼす微量元素の影響については特殊鋼、合金鋼などの難削材に比して実験上解析の困難性も多く文献が少ない。むしろその使用量的見地から見て一般機械構造材の被削性についてはより深く追求されるべきであろう。

本実験では生産規模の製品について行なった前報³⁾に引き続き、被削性におよぼす微量 Ni, Cr の影響につい