

- 1) 川和, 大久保, 井樋田: 鉄と鋼, 50(1964), p. 1859
- 2) 川和, 大久保, 他: 鉄と鋼, 51(1965), p. 774
- 3) 川和, 大久保, 他: ibid // p. 777
- 4) 川和, 大久保, 他: ibid // p. 780
- 5) 川和, 大久保, 他: ibid // p. 783
- 6) 川和, 大久保, 郡司: 鉄と鋼, 本大会発表予定
- 7) J. A. KITCHNER & AL: J. Iron & Steel Inst. (U.K.), (1955), p. 324
- 8) 久保輝一郎他共編: 粉体, 昭37年, 丸善, p. 108
- 9) 川口, 田村: 粒度, 昭33年, コロナ社
- 10) 小池: 富士製鉄技報, 第3巻1号, p. 36

(107) 高炭素鋼線材の材質におよぼす脱酸方式の影響

八幡製鉄, 光製鉄所 ○岡本一生
Influence of Deoxidation Formula on the Properties of High Carbon Steel Wire Rod.

Kazuo OKAMOTO.

1. 緒 言

先に高炭素鋼線材の材質におよぼす配合主原料の影響を調べ、主原料の種類により線材に含まれる不純元素の量に差を生じ、これが伸線加工時の歪硬化係数に影響するので鋼線の引張強さなどは多少差を生ずるが、その他の機械的性質、組織などはほとんど影響されないことを調べた。

本報では脱酸方式を2, 3変えたものおよび真空脱ガス(DH)した高級高炭素鋼線材の材質特に冷間伸線時における非金属介在物の挙動に注目し試験を行なった結果についてのべる。

2. 実験試料

実験試料はすべて SWRS2A または S3A 成分の高炭素鋼線材で八幡製鉄所第5製鋼で溶製した電炉鋼である。Table 1に化学成分を示し、試料Aは拡散脱酸したもの、試料B, Cは除滓後 Si-Mn を添加し取鍋で Ca-Si および Al 投入を行なった半強制脱酸したもの、試料D, Eは除滓後 Al 添加し還元期末に炉内で Si, Al を投入し出鋼した準強制脱酸のもの、試料F, G, Hは拡散脱酸後真空脱ガス(DH処理)したもので、いずれも通常の製造工程を経て7または8mmφ線材に圧延した。なお、試料Iは比較のため用いたスウェーデン線材である。線材は二次加工試験設備を利用し、最初の径、5および2.6mmφでそれぞれパテンチング熱処理し1mm

φ線に伸線加工しそれぞれの段階で試料を採取し、機械的性質、組織、非金属介在物などを調べた。

3. 実験結果

3.1 化学成分

C以下の5元素では試料D, EのSが最も低い。これは除滓後 Al 添加し脱硫を効果的にしたためと思われる。Cu その他の tramp elements は各試料とも差はなかった。試料F, G, HはDH処理のためO, Nガスが低い。

3.2 オーステナイト結晶粒度

オーステナイト粒は整粒で均一に成長しかつ大きいことが望まれるが、925°C×6hr 浸炭粒度は試料D, Eを除きすべて3.0~3.5の粗粒、試料D, Eは6.5~7.0の細粒であった。加熱による粒成長特性を調べた結果、D, Eを除き、徐々に粒の成長を生じ、試料間で特別な差はなく、1000°Cで約2前後になる。D, Eは1000°Cで著しい混粒となった。

3.3 機械的性質

伸線加工に伴う引張強さ、伸び、絞り、捻回値、屈曲値について検討した結果、いずれも脱酸方式別に特別な差はなかった。また、歪硬化係数にも差はないようである。

1mmφ線の回転曲げ疲労強度は47.5~57kg/mm²で、C%が高いものほど、強度が高い傾向がみられるが脱酸方式ごとに比較すると明確な差はないようである。またσ_{0.2}の50~100%応力でRelaxation試験したが大差なかった。

3.4 非金属介在物

圧延まま線材の非金属介在物をPhoto. 1に示す。ほとんどの介在物は熱間圧延により長手方向に延伸されているが、写真から判るように、延伸の少ないものもある。試料A, B, Cではほとんど Mn-Silicate であるが、試料B, Cでは Silicate 内に Spinel 介在物を含むことが多く、Klinger-Koch 電解法分析でも Al₂O₃ の割合がやや多い。写真には見えないが、Sulphide も多少存在する。試料D, Eは Sulphide がきわめて少なく、また角張った Silicate 介在物で圧延によりあまり伸びてない。試料F, G, HはDH処理鋼の特長がよくあらわれ Silicate が減少し、A系介在物は Sulphide が主体である。写真は Sulphide とごく少量の Silicate をもつ duplex 介在物を示す。試料Iはスウェーデン製ピアノ線材の代表的なもので、細く伸びた Sulphide が大部分をしめ、Silicate は存在するが少なく、またよく延伸して

Table 1. Chemical analysis of samples.

Mark	C	Si	Mn	P	S	Cu	Al	O	N
A	0.89	0.25	0.53	0.007	0.007	0.02	—	0.0034	0.0075
B	0.89	0.28	0.51	0.007	0.010	0.02	—	—	—
C	0.82	0.27	0.52	0.007	0.011	0.02	0.004/4	0.0033/33	0.0089
D	0.83	0.24	0.48	0.008	0.006	0.01	0.005/7	0.0016/18	0.0092/96
E	0.81	0.26	0.53	0.010	0.006	0.01	0.005/6	0.0020/21	0.0084/88
F	0.85	0.21	0.52	0.009	0.010	0.02	0.003/4	0.0014	0.0047
G	0.90	0.22	0.52	0.010	0.009	0.01	0.003/5	0.0015/16	0.0040
H	0.88	0.24	0.51	0.007	0.009	0.01	0.004/5	0.0012/12	0.0046
I	0.91	0.17	0.49	0.020	0.011	0.02	—	0.0014	0.0037

いる。なお、識別しがたい介在物は、Whiteley's 試験で Sulphide を区別した。Table 2 に JIS 法による介在物の面積率 (合計) を示す。これは試料の平均値である。これによれば半強制脱酸が最も介在物は多く、準強制脱酸は比較的少ない。沃素アルコール法で電解した値も大体これと同傾向にある。

Fig. 1 は各試料を 1 mm φ まで冷間伸線した場合の介在物の面積率 (合計) の変化を示したもので、2~4 試料の平均値である。試料 A, B は伸線加工によつても面積率はほとんど変わらない。ところが、試料 I は加工により、始めはほとんど変わらないが、3 mm φ (減面率 82%) から急に減少し、1 mm φ (98%) では元の 1/3 になる。これと同様な傾向は試料 F, G, H でも観察され、試料 G は図示のごとく 3 mm φ 以下で減少し始め 1 mm φ では元の 1/2 になる。試料 E も同傾向であるが、内容的には異なるようである。このような変化をまとめて Table 2 に示す。また 1 mm φ 線の介在物を Photo. 2 に示す。試料 A, B の Mn-Silicate は冷間加工により破壊されつつ長く伸び、一方試料 H, I の Sulphide はきわめて細く変形し識別され難くなつており、count されるものはほとんど Silicate である。試料 D は角状 Silicate の変形である。

4. 実験結果の考察

高炭素鋼線材の材質におよぼす脱酸方式の影響を調べた結果、非金属介在物への影響が最も大であった。本試料は $[Si]/[Mn]=0.5$ であるから Mn-Silicate と SiO_2 介在物の共存が考えられ、熱間圧延で前者はよく変形し、後者は変形しないことも知られている²⁾。本試料は Al または Ca-Si が少量使用されているため SiO_2 単独では存在せず複合介在物として存在している。これらは熱間圧延では脆くあまり延伸しない。本報告では冷間伸線による介在物の面積率の変化を介在物の種類による延伸さの相異で説明しようとしたものである。しかしこれは熱間圧延³⁾のものほど研究されてはいない。介在物の破断は鋼質に比較し、介在物の塑性が小さいとき鋼質-介在物間に働く力が増大し、剪断作用によつて生ずるが、Sulphide はある程度の加工度から急に塑性を失い剪断、変形するようである。Silicate は Sulphide より低加工度で剪断されるが厚みの変化が少ない。

5. 結 言

高級高炭素鋼線材の製造に当り脱酸方式を変えたもの、DH 処理をほどこしたのものについて、機械的性質、オーステナイト粒度、非金属介在物などについて調べた。この結果、いずれの場合も機械的性質には大きく影響しないが、準強制脱酸したものは細粒となり好ましくなく、また非金属介在物は DH 処理、拡散、準強制、半強制脱酸の順に少なく、その内容も多少変化し特に DH 処理材はほとんど Sulphide となる。伸線加工した場合、加工率が大きくなれば Sulphide は剪断、変形し細くなり count されがたくなり、一方 Silicate は剪断

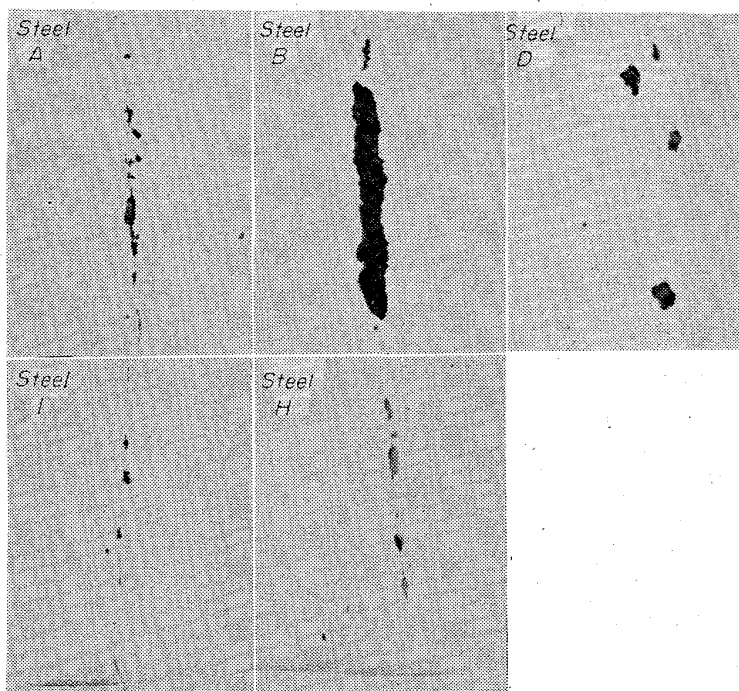


Photo. 1. Non metallic inclusions in as rolled wire rods. $\times 400(8/15)$ not etch.

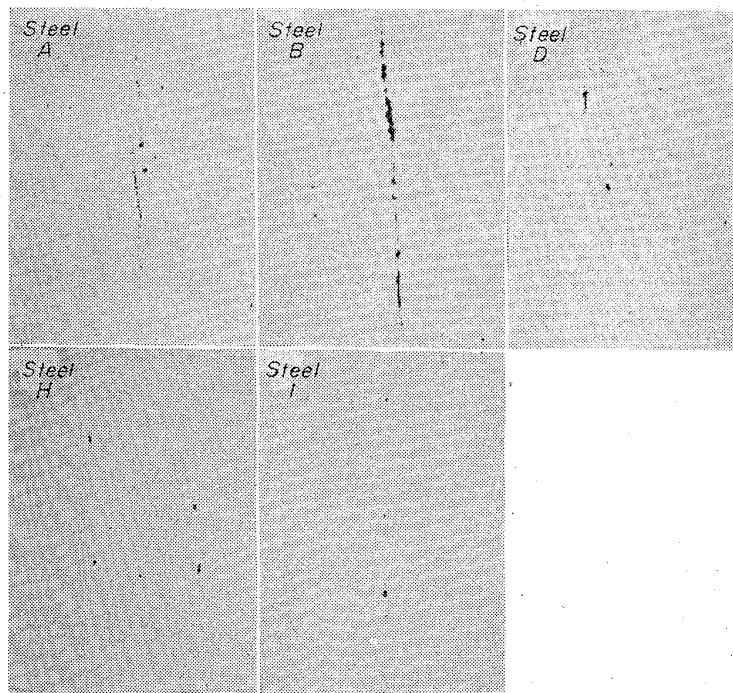


Photo. 2. Non metallic inclusions in cold drawn wire (1 mm φ). $\times 400(8/15)$ no etch.

しても細くならない。これはスウェーデン材も同傾向で、従つて拡散脱酸-DH 処理で非金属介在物のきわめて少ない線材を製造することができる。

文 献

- 1) 岡本, 江口, 富永: 鉄と鋼, 51 (1965), p. 1102
- 2) 田尻, 他: 八幡製鉄所技研報告, (1965)
- 3) F. B. PICKERING; J. Iron & Steel Inst. (U.K.) (1958), p. 148

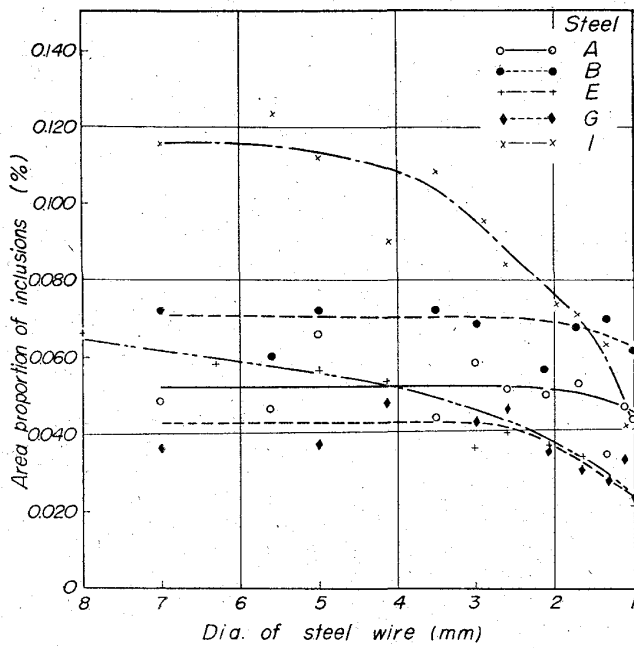


Fig. 1. Change of area proportion of inclusion by a cold drawing.

Table 2. Area proportion of inclusion of each samples.

Steel	Rod size (mm)	Area proportion of inclusion (%)		(A)/(B)
		Rod (A)	1 mm ϕ Wire (B)	
A	7	0.048	0.043	0.90
B	7	0.072	0.061	0.85
C	8	0.115	0.058	0.50
D	8	0.048	0.013	0.27
E	8	0.067	0.021	0.31
F	8	0.084	0.039	0.47
G	7	0.035	0.022	0.63
H	7	0.058	0.027	0.47
I	7	0.117	0.042	0.36

4) T. MALKIEWICZ: J. Iron & Steel Inst. (U.K.), (1963), p. 33

5) 内山, 角田: 鉄と鋼, 49 (1963), p. 1462; 50 (1964) p. 496; 51 (1965), p. 1624

(108) 溶融 Al または Zn 中で回転する鋼円柱表面からの物質移動 (溶融金属中の物質移動-I)

名古屋工業技術試験所

○小坂 岑雄・工博 蓑輪 晋

Mass-Transfer from the Surface of Rotating Steel Cylinder into Liquid Al or Zn.

(Mass-transfer in liquid metals-I)

Mineo KOSAKA and Dr. Susumu MINOWA.

1. 緒 言

冶金反応を速度論的に考察する上で、物質移動に関する知識は平衡値とともに主要な側面をなすものである。製鋼反応においても、総括反応速度が溶鉄中の物質移動に律速される例は少なくない。化学工学の分野では常温付近の流体について物質移動がよく研究²⁾され、熱移動とのアナロジーによつて無次元的に解析された結果が各種反装置の設計にも有効に利用されている。冶金反応の研究では高温度における実験上の困難、さらに溶融金属の諸物性値、拡散係数などの集積が不足しているなどの理由から、単に物質移動係数を求めるに止まる場合が多く、幾何学的な因子(geometric factor)まで含めて無次元解析された例^{3,4)}は非常に少ない。本研究は上述の基礎的な段階として、比較的低融点の溶融金属中における物質移動をとり扱ひ、冶金反応速度に関する基礎的な知見をえようとしたものである。とくに本報では溶融金属鍍金とも関連のある溶融 Al および Zn をとりあげこれに対する鋼の回転円柱表面からの物質移動速度を測定し、他種金属により同様の実験を行なつた文献例の結果とあわせて考察した。

2. 供 試 材 料

鋼棒は外径 1.0 および 0.6 cm の市販極軟鋼 (長さ 25cm) を研磨、脱脂処理して用いた。Al, Zn は 99.99% 以上と称する市販地金からとつた。溶解するつばは MgO 製 (6.3cm OD×5.3cm ID×10cm H) を使用した。材料の化学組成を Table 1 に示す。

3. 実 験 装 置

装置はカンタル線抵抗炉と試料固定 (回転) 装置を組み合わせたもので詳細は既報⁵⁾にのべたから省略する。

4. 実 験 操 作

鋼棒を所定時間、所定温度の溶融金属に既知の回転速度を与えながら浸漬したのち引きあげる。浸漬時間は平均 5min とし、鋼棒を新しくとりかえた。この後、溶融金属浴を耐火物棒を用いてよく攪拌したのち、その少量を採取して分析用試料とした。上記の操作をくり返して 20~30min の実験を行ない、溶融金属中の Fe 濃度の変化をしらべた。Fe 分析法は Al は JIS (Al線還元) 法、Zn はスルホサリチル酸比色法を用い、分析値の相対誤

Table 1. Chemical composition of steel, Al and Zn, wt%.

Steel	C 0.11	Si 0.13	Mn 0.86	P 0.03	S 0.16	Cr 0.008	Ni 0.008
Al	Si 0.002	Fe 0.0001	Cu 0.003	Ti 0.001	Pb 0.0002		
Zn	Cd 0.001	Fe 0.0003	Sn 0.0001	Cu 0.001	Pb 0.0020		