

## 鐵鋼の材質に及ぼす酸素の影響 (III)

(昭和 26 年 4 月日本鐵鋼協會講演大會にて講演)

齋 藤 泰 一\*

INFLUENCE OF OXYGEN ON THE PROPERTIES  
OF IRON AND STEEL (III)*Taiichi Saito*

## Synopsis:

In the first and the second reports, it was cleared that oxygen is one of the greatest factors which influence upon grain size and hardenability of iron and steel. (Tetsu-to-Hagane, vol. 36, 1950, 108~113; vol. 37, 1951, 283~290.) However, it was not yet made clear what type of oxygen in iron or steel was so significant.

In the practical steel making process, most of steels are deoxidized by deoxidizers at the finishing period of the process, so steel is used to contain oxides in the form of non-metallic-inclusion. Moreover, even in the steel deoxidized by addition of much amount of deoxidizers, it has been recognized that the difference of oxygen content in the molten steel bath before addition of deoxidizers influences upon mechanical properties of these steels.

Therefore, from the above mentioned viewpoint, in order to know whether these effects were owing to the presence of oxides in steel or not, the author prepared aluminium steel samples which contain constant amount of carbon and various amount of alumina in a laboratory furnace, and then, by using these samples, investigated their cleanliness, grain-size and hardenability.

Results obtained are as follows.

- 1) The aluminium steel containing little alumina had greater tendency to have large and uniform grain-size, but when containing much alumina, was apt to form fine grain-size and over-heated structure.
- 2) In the aluminium steel containing little aluminium and much alumina, the abnormal structure was apt to appear, but even if in the steel containing much alumina, when it contained more than 0.4 percent aluminium, the abnormal structure was not observed.
- 3) The aluminium steel containing much alumina had distinctly lower hardenability, however, even in such steel, when it contained more than 0.5 percent aluminium, they became to have the same hardenability as that containing less alumina.
- 4) In the aluminium steels containing the same amount of total oxygen, the effect of oxygen present in the form of alumina on their grain-size and hardenability was larger than that of present in the form of ferrous oxide.

From the above mentioned, it was made clear that oxygen present in the form of oxides in steel influences on the properties of steel.

Therefore it is beyond doubt that the practical steel making process have to be performed chiefly to prevent oxidation of molten steel bath, furthermore, also in the case of using deoxidizers, it is presumed that the process must be operated to float and to separate deoxidized resultants in steel.

\* 新扶桑金屬工業吹田製作所

## I. 緒 言

第1報<sup>1)</sup>に於ては純 Fe-C-O 系合金, 第2報<sup>2)</sup>に於ては Fe-Ni-C-O 系合金に於て, 特に酸素量のみを任意に變えた試料を熔製して實驗した結果, 鋼中に含有する酸素が明かにその結晶粒度並びに焼入性に影響を及ぼすことを知つた。

即ち純 Fe-C-O 系合金に於ても Fe-Ni-C-O 系合金に於ても酸素の分布状態及び多寡によつて, その結晶粒度に著しい差異を生ずる。又酸素量の異なるものは異常鋼になり易い。次に焼入性に就ては酸素量の異なるものはこれを著しく阻害するが, 結晶粒が小で且不均一なものでも酸素量が小であれば焼入性は著しく改善される。又酸素量が大きであつても Ni 量の増加はこれらの諸性質に對して酸素の影響を緩和するものであることが解つた。

このことは鋼中に含有する酸素が, その鋼の材質を左右する一つの大きな因子であることを示す一實驗結果であるが, これらの酸素が如何なる形で存在するかは尙不明であつた。

しかし乍ら實際熔鋼を精鍊する場合に於て, 多くは精鍊の末期に多量の脱酸剤を用いて熔鋼を脱酸する。故に鋼材中には脱酸生成物としての酸化物を介在する。しかもみならず脱酸剤を多量に使用する鋼種に於てさえ, 差物前の酸素量の僅少の差が鋼の材質に影響を及ぼすことが認められている<sup>3)</sup>。即ちこれら鋼材に上述の如き影響を及ぼすものは, 酸化物として存在する酸素であることが一應考えられる。

もとより既に C.H. Hertz Jr.<sup>4)</sup> は結晶粒度並びに結晶の生長に及ぼす脱酸の影響に就て種々實驗を行つてゐるが, 主に脱酸剤として Mn, Si, 及び Al を用いた時の綜合した結果であつて, 果して鋼中に介在する脱酸生成物が上述の諸性質に如何なる影響を及ぼすものであるかを明確にするまでには至つていない様に思われる。

よつて本報告に於ては酸化物として存在する酸素として最も一般的な  $Al_2O_3$  を採り, 實驗室爐で  $Al_2O_3$  量を變えた Fe-Al-C- $Al_2O_3$  系合金を熔製し, これを用いて清淨度, 結晶粒度並びに焼入性に及ぼす  $Al_2O_3$  として存在する酸素の影響に就て實驗を行つた。その結果酸化物として存在する酸素が上述の諸性質に影響を及ぼすことを知つた。よつてこれを報告する次第である。

## II. 實驗方法

本研究に於ては試料として  $Al_2O_3$  量を微量に含有するもの ( $Al_2O_3 \doteq 0.01 \sim 0.02\%$ ) と多量に含有するもの

( $Al_2O_3 \doteq 0.05\%$ ) との二種類を熔製して實驗に供した。

微量な  $Al_2O_3$  量を含有するものは, タンマン爐で純炭素鋼をアルミナ坩堝中で熔解しておき, これに一定量の Al (本實驗に於ては 0.8, 0.5, 0.3, 0.2, 0.1% Al) を添加して鋼中の酸素を  $Al_2O_3$  にする。この試料を再び真空熔解爐で真空中で熔解して作つた<sup>5)</sup>。

多量の  $Al_2O_3$  を含有するものは, タンマン爐で高炭素鐵を熔解し, これに電解鐵を投入して酸素を過剰に含有する炭素鋼にして置き, 次に Al を添加して熔鋼中の酸素を總て  $Al_2O_3$  にして作つた<sup>6)</sup>。

これらの方法で熔製した試料中の酸素は總て  $Al_2O_3$  として結合したものであることは化學分析による  $Al_2O_3$  の値<sup>7)</sup> と, 真空熔融法による全酸素量との値が一致することから明かである<sup>8)</sup>。

かくの如くして熔製した試料の化學成分を第1表に示す。第1表より解る如く, 試料は何れも Al を含有する。よつて比較のためには常に Al の同量を含有するものに就て行つた。

これらの試料を用いて清淨度, 固體滲炭劑 (木炭 60%,  $BaCO_3$  40%) による オーステナイト結晶粒度並びに各種溫度より油冷したものに就き, その焼入性を調査した。

### 脚註 5)

普通 0.4%C 程度の熔鋼中には 0.02% 程度の酸素を含有するものと考え, これに 0.03% 以上の Al を添加すれば, 鋼中の酸素を總て  $Al_2O_3$  にすることが出来る。

この場合の  $Al_2O_3$  量は計算によつて 0.04% 以上となる。故に  $Al_2O_3$  量を 0.01% 程度にする場合には, 鋼中に尙過剰の FeO を含有することになる。よつてこの FeO の影響を無視するためには真空熔解を行つて極く微量の酸素しか含有しない鋼中に Al を添加して  $Al_2O_3$  量の少い試料を作らねばならない。しかし乍らこの真空中で生成した微量の  $Al_2O_3$  は直に C 及び Fe によつて還元され, 鋼中には常に金屬 Al を含有するに至る。例えば  $Al_2O_3 \doteq 0.01\%$  のとき,  $Al \doteq 0.2\%$  になる。(第1表試料7参照) これは本文記載の如き試料熔製法によるものと同一結果になる。

又別に金屬 Al の代りに化學用純  $Al_2O_3$  粉末を添加したものは, 鋼中に 0.003~0.01% の少量の  $Al_2O_3$  を含有しているが, この場合の全酸素量は 0.02% 程度であつて,  $Al_2O_3$  以外に過剰の FeO を含有していることが解る。第1表記載の試料9はこの様にして作つたものである。

第1表 試料の化学成分

No.	%	C	Si	Mn	P	S	Al	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> と結合 O <sub>s</sub>	Σ O <sub>2</sub>
1*		0.42	0.04	tr.	0.048	0.011	0.85	0.011	0.0052	0.005
2		0.46	0.06	tr.	0.052	0.023	0.80	0.056	0.026	0.021
3*		0.47	0.02	tr.	0.047	0.014	0.46	0.018	0.008	0.005
4		0.40	0.03	tr.	0.048	0.012	0.56	0.057	0.027	0.021
5*		0.46	0.02	tr.	0.052	0.015	0.34	0.016	0.0075	0.005
6		0.40	0.03	tr.	0.048	0.023	0.38	0.058	0.027	0.026
7*		0.44	0.02	tr.	0.052	0.013	0.19	0.003	0.0014	0.0015
8		0.48	0.04	tr.	0.053	0.015	0.19	0.038	0.018	0.016
9.		0.43	0.03	tr.	0.048	0.023	tr.	0.012	0.0056	0.013
10		0.40	0.04	tr.	0.047	0.012	0.03	0.043	0.020	0.018

註 1) \*印: 真空熔解によつて作製したもの。

2) •印: 化学用純 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 粉末を添加して作製したもの。

3) ΣO<sub>2</sub>: 炭素螺旋式真空熔融爐法によつて決定した全酸素量。

第2表 実験結果の總括

試料 No.	成分 (%)				非金属介 在物數	オーステナイト 結晶粒 度		油焼入組織		備 考
	Al	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> と結合 O <sub>2</sub>	ΣO <sub>2</sub>		920°C	1050°C	920°C	1050°C	
1	0.85	0.011	0.0052	0.006	B1~2	G2(80), G5(20)	G0(80), G4(20)	M(70), T(30), F	M(80), T(20), F	
2	0.80	0.056	0.026	0.021	B3~4	G1~2(80) G4~5(20)	G1~0	T(75), M(25), F	M(70), T(30), F	
3	0.46	0.018	0.008	0.005	B1~2	G2(80), G5(20)	G0~1(80) G3~4(20)	T(100), F	T(70), M(30), F	
4	0.56	0.057	0.027	0.021	B4~3	G1~0(80) G4~5(20)	G0	F+P(100)	T(80), M(20), F	
5.	0.34	0.016	0.0075	0.005	B 2	G2(90), G4(10)	G1~0(90) G3 (10)	T(90), M(10), F	T(70), M(30), F	稍々 異常鋼
6	0.38	0.058	0.027	0.026	B 4	G7	G0	F+P(100)	F+P(100)	
7	0.19	0.003	0.0014	0.0015	B2~1	G1(80), G5(20)	G0(90), G3(10)	T(95), F(5)	T(80), M(20)F	
8	0.19	0.038	0.018	0.016	B4~3	G7	G0(70), G5(30)	F+P(100)	F+P(100)	異常鋼
9	tr.	0.012	0.0056	0.013	B3~4	G1~0(80) G5 (20)	G0~1	S+F(100)	T(90), M(10), F	
10	0.03	0.043	0.020	0.018	B4	G7	G1~0	F+P(100)	F+P(100)	異常鋼

註 1) G2(80), G5(2); 粒度番号 G2, 80% と G5, 20% との混粒を示す。

2) M: マルテンサイト, T: トルースタイト, F: フェライト, P: パーライト, S: ソルバイト

3) M(70), T(30), F: マルテンサイト 70% とトルースタイト 30% と粒界のフェライトとの組織を示す。

### III. 実験結果並びに実験結果の考察

これらの Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 量を異にする含 Al 鋼を一定の鍛造比 (10:1) に加工したものに就て、その非金属介在物數、920°C 及び 1050°C の温度に於ける滲炭法による結晶粒度を測定し、又これらの温度から油中に急冷した

焼入組織を調べた結果を綜括して第2表<sup>9)</sup>に示す。尙この試験に使用した試料の寸法は 7mmφ×10mm である。

#### 1. 鋼中酸化物と清浄度との關係

第2表より明かな如く、鋼の清浄度は含有 Al 量とは全く無關係である。即ち何れの試料に於ても、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 量の大なるものは非金属介在物數多く B3~4 であるが、

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 量の小なるものは非金属介在物数少く B1~2 となつてゐる。但し試料9に於ては Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 量は小であつて、全酸素量が試料 10 と同じであるが、これは非金属介在物数 B4~3 となつてゐる。これは脚註 5) に述べた如く FeO が多いものである。

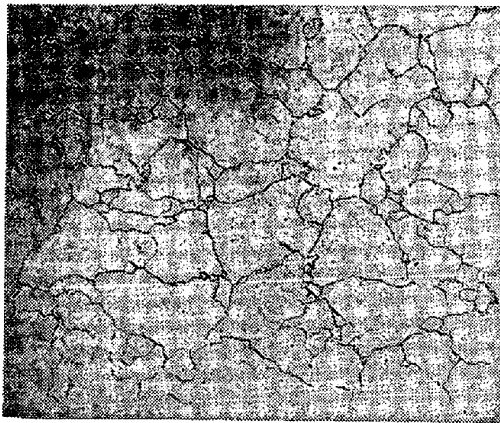
尙非金属介在物の判定は學振法によつたものである。

2. 鋼中酸化物と結晶粒度との關係

第2表より鋼中 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 量と結晶粒度との間には次の如き關係が認められる。

(i) Al≒0.8% の場合

第2表の試料1及び2はこの場合であり、第1圖にこれらの顯微鏡寫眞を示す。



No. 1; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0.011%, O: 0.006%

920°C 6hr 滲炭×100 (ピクリン酸ソーダ)

第1圖 Al 鋼 (Al≒0.8%) の結晶粒度

920°C に於ては Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 量の大小にかゝらず大粒 (G1~G2) と中粒 (G4~G5) との混粒となつてゐる。

1050°C に於ては Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 量小なるものは大粒 (G0) と中粒 (G4) との混粒であるが、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 量大なるものは均一な大粒 (G0~G1) のみとなつてゐる。

(ii) Al≒0.5% の場合

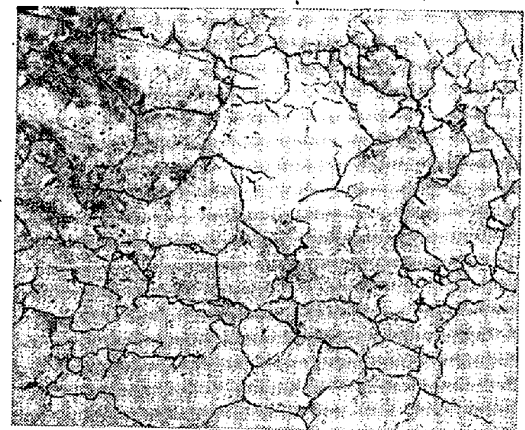
第2表の試料3及び4はこの場合であり、第2圖にこれらの顯微鏡寫眞を示す。(紙面の都合上第2圖省略)

920°C に於ては Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 量小なるものは大粒 (G2) と中粒 (G5) との混粒であり、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 量大なるものも大粒 (G1~G0) と中粒 (G4~5) との混粒となつてゐる。

1050°C に於ては Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 量小なるものは大粒 (G0~G1) と中粒 (G3~G4) との混粒であるが、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 量大なるものは均一な大粒 (G0) のみとなつてゐる。

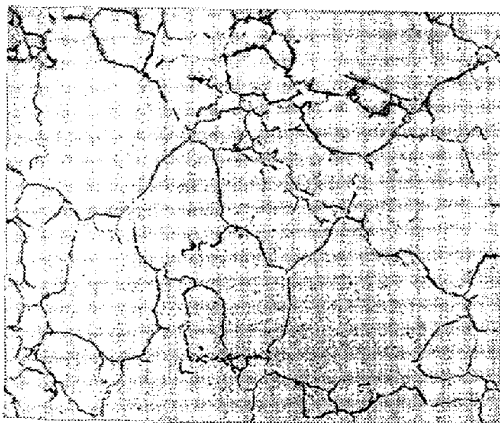
(iii) Al≒0.4~0.2% の場合

第2表の試料5及び6は Al≒0.4% の場合であり、試料7及び8は Al≒0.2% の場合である。第3圖及び



No. 2; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0.056%, O: 0.021%

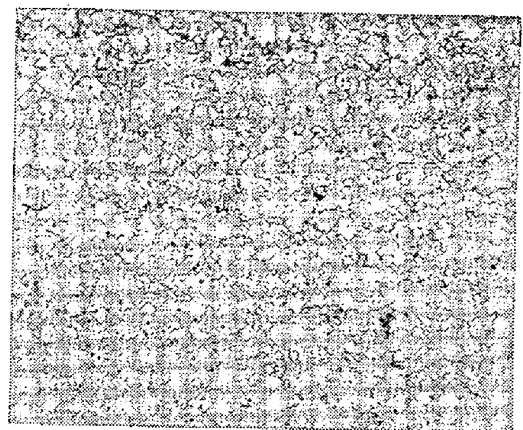
第4圖にこれらの顯微鏡寫眞を示す。(紙面の都合上第3圖省略) 920°C に於ては Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 量小なるものは大粒 (G1~G2) と中粒 (G4~G5) との混粒となつてゐるが、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 量大なるものは何れも細粒 (G7) のみで、且異常組織を示す。



No. 7; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0.003%, O: 0.0015%

920°C × 6hr 滲炭×100 (ピクリン酸ソーダ)

第4圖 Al 鋼 (Al≒0.2%) の結晶粒度 (以上寫眞は皆 3/5 縮寫)



No. 8; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0.038%, O: 0.016%

1050°C に於ては  $Al_2O_3$  量小なるものは大粒 (G0~G1) と中粒 (G3) との混粒であるが、中粒は少い。 $Al_2O_3$  量大なるものは  $Al \doteq 0.4\%$  のものでは均一な大粒 (G0) のみであり、 $Al \doteq 0.2\%$  のものは大粒 (G0) と中粒 (G5) との混粒となっている。

(iv)  $Al < 0.1\%$  の場合

第2表の試料9及び10はこの場合であり、第5圖にこれらの顕微鏡寫眞を示す。(紙面の都合上第5圖省略)

試料9は鋼中の全酸素量は試料10と略々同量であるが、 $Al_2O_3$  の含有量としては小で、残餘は FeO として含有しているものであり、試料10は鋼中の酸素を總べて  $Al_2O_3$  として含有している。

920°C に於ては試料9は大粒 (G0~G1) と中粒 (G5) との混粒であるが、試料10は細粒 (G7) で且異常組織となっている。

1050°C に於ては兩者何れも均一な大粒 (G0~G1) のみとなっている。

以上の結果から含 Al 鋼の結晶粒の差異が總べて Al 及び  $Al_2O_3$  含有量によつて變化するものであることが解る。

$Al_2O_3$  量小なるものは大粒となり易い。このことは G. R. Brophy<sup>10)</sup> 及び E. C. Bain<sup>11)</sup> が定性的に酸素量の小なる鋼に Al を添加した場合、粗粒になると云つてゐることと一致するものである。又  $Al_2O_3$  量小なるものは 920°C と 1050°C との温度で著しい結晶の生長が行われぬ。

次に  $Al_2O_3$  量大なるものは細粒になり易く、且 920°C と 1050°C との間で著しい結晶の生長を起す傾向がある。即ち  $Al_2O_3$  量大なるものは、 $Al_2O_3$  の核作用によつて初めは結晶の生長を阻止するものである。又高温で著しく過熱され易いことも示している。

しかし乍ら Al 量の増加はこれら  $Al_2O_3$  の影響を緩和して、 $Al_2O_3$  量の小なるものと同一の効果をもたらす様になる。又  $Al_2O_3$  量が小で FeO 量大なるものは、これと同量の酸素を總べて  $Al_2O_3$  として含有する鋼に比して、結晶の生長が行われ易いといふことは、第1報<sup>1)</sup> 及び第2報<sup>2)</sup> の酸素量の異なる鋼の結晶の生長性とよく一致するものである。

更に Al 量が 0.4% 以下の鋼では、 $Al_2O_3$  量大なるものが常に細粒で且異常鋼になり易いと云ふことは特に注目すべきことである。

### 3. 鋼中酸化物と焼入性との關係

第2表に示した結果から明かである。即ち、

(i)  $Al \doteq 0.8\%$  の場合

第6圖にこの場合の焼入組織の顕微鏡寫眞を示す。

920°C 油冷の場合に於ては  $Al_2O_3$  量小なるものは、マルテンサイト、トルースタイト及び粒界に少量のフェライトを析出した組織であるが、 $Al_2O_3$  量大なるものは前者よりマルテンサイトは減少し、トルースタイトの析出が大となっている。

1050°C 油冷の場合では、兩者何れもマルテンサイト、トルースタイトと少量のフェライトとの組織となっている。

(ii)  $Al \doteq 0.5\%$  の場合

第7圖にこの場合の焼入組織の顕微鏡寫眞を示す。(紙面の都合上第7圖省略)

920°C 油冷の場合に於ては、 $Al_2O_3$  量小なるものはトルースタイト地中の粒界に少量のフェライトを析出した組織であるが、 $Al_2O_3$  量大なるものはフェライトとパーライトとの組織で焼入性は認められない。

1050°C 油冷の場合では、 $Al_2O_3$  量小なるものはトルースタイトとマルテンサイトとの組織であるが、 $Al_2O_3$  量大なるものは、トルースタイト、マルテンサイトと粒界のフェライトとの組織であり、且マルテンサイト地中にトルースタイトが針状に析出しているのが認められる。

(iii)  $Al \doteq 0.4 \sim 0.2\%$  の場合

第8圖に  $Al \doteq 0.4\%$  の場合、第9圖に  $Al \doteq 0.2\%$  の場合の焼入組織の顕微鏡寫眞を示す。

920°C 油冷の場合に於ては、 $Al_2O_3$  量小なるものは  $Al \doteq 0.4\%$  の場合トルースタイト地中に少量のマルテンサイトを生じているが、 $Al \doteq 0.2\%$  のものはトルースタイトと粒界のフェライトとの組織である。しかし  $Al_2O_3$  量大なるものは何れもパーライトとフェライトとの組織となっている。

1050°C 油冷の場合では、 $Al_2O_3$  量小なるものはトルースタイトとマルテンサイトとの組織に少量のフェライトを析出しているが、 $Al_2O_3$  量大なるものは何れもパーライトとフェライトとの組織であつて、焼入性は認められない。

(iv)  $Al < 0.1\%$  の場合

第10圖にこの場合の焼入組織の顕微鏡寫眞を示す。(紙面の都合上第10圖省略)

前節に述べた如く、全酸素量は同一であつても  $Al_2O_3$  としての含有量が小であるもの(試料9)と全酸素量を總べて  $Al_2O_3$  として含有するもの(試料10)とである。

920°C 油冷の場合に於ては、前者はソルバイトとフェライトとの組織であるが、後者はパーライトとフェライトの組織となっている。



No. 1;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 0.011%, O: 0.006%

920°C 1.5hr → 油冷 × 500 (ピクラー)

第6圖 Al 鋼 (Al=0.8%) の焼入組織



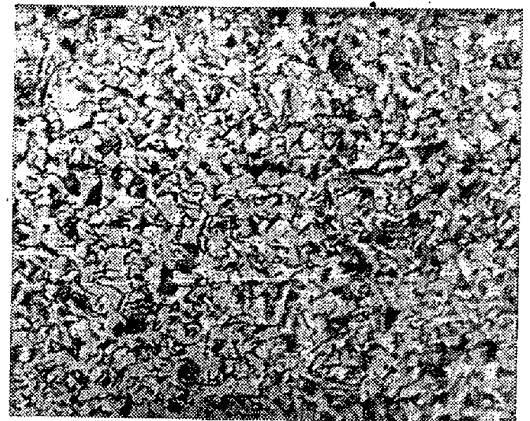
No. 2  $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 0.056%, O: 0.021%



No. 5;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 0.016%, O: 0.005%

920°C 1.5hr → 油冷 × 500 (ピクラー)

第8圖 Al 鋼 (Al=0.4%) の焼入組織



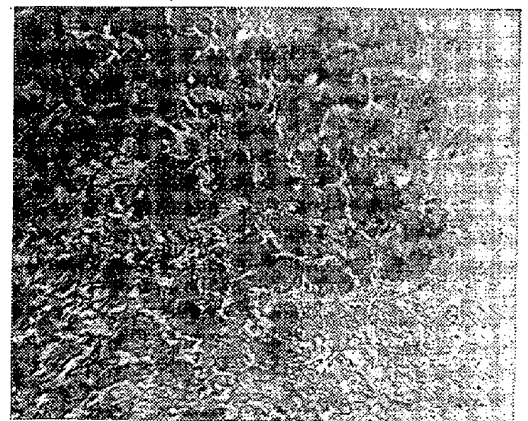
No. 6;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 0.058%, O: 0.026%



No. 7;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 0.003%, O: 0.0015%

920°C 1.5hr → 油冷 × 500 (ピクラー)

第9圖 Al 鋼 (Al=0.2%) の焼入組織 (以上寫眞は皆 3/5 縮寫)



No. 8;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 0.038%, O: 0.016%

1050°C 油冷の場合では、前者はトルースタイト、マルテンサイトとフェライトとの組織であるが、後者はパーライトとフェライトとの組織で焼入性は認められない。

以上の結果から、鋼中に含有する  $\text{Al}_2\text{O}_3$  量の小なる

ものは、その Al 含有量の多寡に關せず焼入性を著しく良好にするものであるが、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  量の大なるものは焼入性を著しく阻害するものであることが知られる。即ち鋼中に介在する酸化物が核となつて、フェライト又はトルースタイトの析出を容易ならしめるものであると考えら

れる。

このことは E. C. Bain<sup>12)</sup> が有害とみられる大きな非金属介在物のないときに、非金属介在物はマルテンサイト形成の核作用をなすと云っていること、全く反するよりに思われる。

又同一酸素量であつても、これが FeO として存在するものと、 $Al_2O_3$  として存在するものとを比較するとき前者の方の焼入性が多少良好であることは、非金属介在物として存在する  $Al_2O_3$  の影響が FeO として存在する場合のそれより大であることを示している。これは本報に於ける酸素量の 0.02% のもの (試料 9) と、第 1 報<sup>1)</sup> に於ける酸素量 0.03% の純炭素鋼の場合とを比較するとき、前者の 920°C に於ける結晶粒度と後者のそれとが同一の大粒と細粒との混粒 (G1, G6) であり、且この温度から油中に急冷した組織が兩者ともソルバイトとフェライトとの組織となつていることから更に實證されるものである。

しかし乍ら  $Al_2O_3$  量の大なるものでも、Al 量が 0.5% 以上になると焼入性を著しく良好にするものであることが知られる。このことは Al 量の増加が結晶粒度と同様焼入性に於ても、 $Al_2O_3$  の影響を緩和するものであると云えるものであり、P. Oberhoffer<sup>13)</sup> が酸素量の大なる不良鋼でも、Al 量 0.5% 以上含有するものは、その性質を著しく改善すると云っていること、良く一致するものである。

かくの如く酸化物として存在する酸素が、鐵鋼の材質に影響を及ぼすことを定量的に明かにしたのである。これと前報<sup>1)</sup> に於て述べた酸素の影響とを総合するとき如何なる鋼種に於ても酸素がその鋼の材質に著しい影響を興えることが明かになつた。

よつて熔鋼を精鍊する場合に、熔鋼の酸化防止を土台とした精鍊を行わねばならないことは勿論のこととして脱酸剤を用いて脱酸する場合にも、脱酸生成物を鋼材中に介在させない様な熔解法を行わねばならないことがわかつた。このことを第 1 報<sup>1)</sup> の實驗結果と併せ考えると鋼材中の全酸素量が略々 0.005% 以内ならば、脱酸生成物が浮上することを期待し難い様な脱酸剤の添加は却つて有害であると云い得る。

#### IV. 結 言

酸素量の大なる鋼材が種々なる缺陷を生ずることを定量的に明かにしたので、更に酸化物として存在する酸素が鋼の材質に如何なる影響を興えるものであるかを知らんとし、酸素を  $Al_2O_3$  として含有する鋼に就て實驗

した結果、次のことが明かにされた。

1. Al 鋼に於て、酸素量の大なるものは非金属介在物が多い。

2. Al 鋼に於て、 $Al_2O_3$  量の小なるものは結晶粒を均一にする傾向がある。 $Al_2O_3$  量の大なるものは細粒になり易く、且過熱され易い。

3. Al 鋼に於ても、Al 量の小なるもので  $Al_2O_3$  量が大であると、異常鋼になり易いが、 $Al_2O_3$  量が大であつても Al 量が大であるものは異常鋼とはならない。

4. Al 鋼に於て、 $Al_2O_3$  量の小なるものは焼入性も著しく良好であるが、 $Al_2O_3$  量の大なるものは焼入性が著しく阻害される。

5. Al 鋼に於て、 $Al_2O_3$  量が大であつても、Al 量の大なるものゝ焼入性は、 $Al_2O_3$  量の小なるものゝ方に近づく。

6. 同一酸素量でも、これが  $Al_2O_3$  として存在する方が、FeO として存在するよりも結晶粒度、焼入性の何れに對しても大なる影響を興える。

以上のことから、鋼中に酸化物として含有する酸素が鋼材の材質に對して、著しい影響を及ぼすことを定量的に明かにしたのである。

よつて熔鋼を精鍊する場合に、酸化防止を土台とした精鍊を行わねばならないことは勿論のこと、熔鋼の脱酸に際しても、脱酸生成物を非金属介在物として介在しない様な熔解法を行わねばならないことが解つた。

本研究の遂行に當つては、恩師東北大學教授工学博士的場幸雄先生に御懇篤なる御指導と御鞭撻とを賜りました。こゝに謹んで満腔の謝意を捧げます。

又本研究に多大の御便宜と御援助とを賜りました製鋼所木村音吉所長、當所木島辰二所長、角尾壽彦所長代理製鋼所工学博士山本信公技術部長、理學博士三井三郎技術部次長、山下政明技術部次長、並びに理學博士大中都四郎製鋼課副長に心から感謝の意を表します。

(昭和 26 年 4 月寄稿)

註 2, 3, 5, 7, 及び 10 圖は紙面の都合上省略  
尙掲載圖中 1050°C 處理のものも紙面の都合上省略しました。

#### 文 献

- 1) 齋藤泰一: 鐵と鋼, 36 年 3 號 (1950) 28.
- 2) 齋藤泰一: 鐵と鋼, 第 37 年 5 號 (1951) 23~30
- 3) 大中都四郎: 扶桑金屬 vol. 2, No. 1 (1950) 21
- 4) C. H. Hertly Jr.: The Physical Chemistry of Steel Making; Bulletin 65.  
Effect of Doxidation on Grain Size and

Grain Growth in Plain Carbon Steel.

- 6) 脚註 1) 及び脚註 2) 参照
- 7)  $Al_2O_3$  の化学分析は、所謂 Hertz 法によつて行つた。
- 8) 全酸素量は炭素螺旋式真空熔融爐法によつて決定した。この場合鋼中に、 $Al_2O_3$  として存在する酸素も亦完全に抽出可能であることは既に報告してある。  
(大中都四郎、齋藤泰一：鐵と鋼、第 36 年 3 號 (1950) 35 頁参照)。
- 9) 第 2 表の各試料は夫々代表的なものを一つ宛選ん

であるが、この表示以外の試料でも成分の同一であるものは全く同じ結果を得ている。

- 10) G. R. Brophy: Trans. A.S.M. vol 25 (1937) 315.
- 11) E. C. Bain: The Alloying Element in Steel 138.
- 12) E. C. Bain: The Alloying Element in Steel 197.
- 13) P. Oberhoffer, H. J. Schiffer, u. W. Hessenbruch: Arch. für Eisenhütten. Jahr. 1 (1927~28) 57.

## 高速度工具に関する研究 (XII)

(昭和 18 年 10 月本會講演大會講演一部)

堀 田 秀 次\*

### STUDY ON THE HIGH SPEED TOOLS. (XII)

Hideji Hotta, Dr. Eng.

Synopsis:

Following the 11th report (Lecture, Oct. 1943, Iron & Steel Inst. Japan) the author studied on the method of utilization of waste materials of high speed steels; for example, the method of making turning tool tips by using welding electrodes made from turning scraps of high speed steels, and the re-utilization of the smaller size broken pieces of the high speed steels.

#### I. 緒 言

著者は高速度工具に関して既往に於て各種の研究発表を行い、<sup>1)~10)</sup> 又之が研究の第 II 報<sup>11)</sup> として既に高速度鋼に及ぼす熔着剤の影響等に就て述べたのであるが、本報告では高價な高速度鋼の廢材利用の方法に關して行つた研究經過の概要に就て記述する。

#### II. 研究の經過並に成績

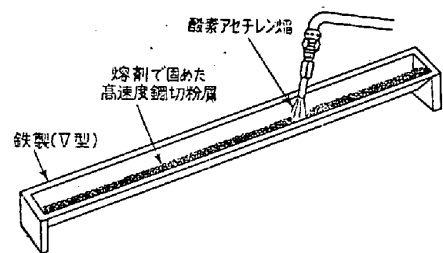
著者は高速度鋼の廢材利用法として次の研究を行つた。

##### 1. 高速度鋼削屑製桿着棒による盛金の研究

###### (1) 供試材料

18-4-1 標準型高速度鋼の切粉屑の廢材を加熱脱油後約 5mm 程度の大さに粉碎し桿着棒製作の試料として試験に供した。桿着棒は第 1 圖に示す通り長さ約 500 mm の軟鋼製 V 型内に上記の切粉廢材を約 200g 均等に並べ、上記の熔劑を夫々約 20cc 一様に注ぎ乾燥後酸

素—アセチレンガス焰により一端より順次半熔融状態に熔着接續せしめて桿着棒とする



第 1 圖 高速度鋼切粉屑廢材より桿着棒製作要領

酸素壓は 2~2.5 氣壓で、アセチレン過剩焰により 1 本約 5 分程度で終了する。

試片番號	廢材より桿着棒製作の際の熔劑
No.1	珪酸ソーダ 4 倍水溶液

\* 熊本大學工學部工學博士

岡野バルブ製造株式會社門司工場