

Fig. 3. Effect of O<sub>2</sub>-jet-speed at the surface of bath on the loss of Fe and Cr by "Alloying blow".

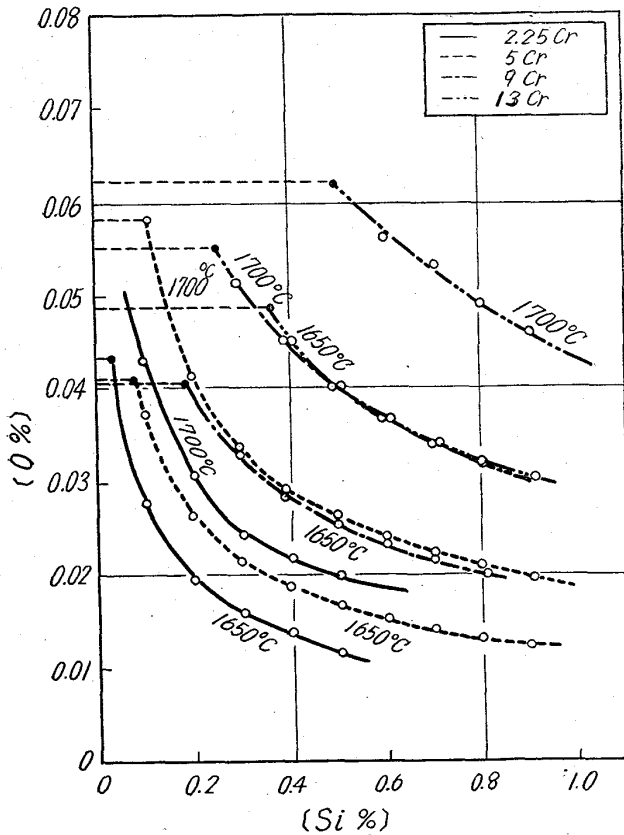


Fig. 4. Si-O equilibrium calculated at different Cr content. at 1700°C and 1650°C.

も活量の低下に伴う被脱酸性の低下をカバーするとともに生じた脱酸生成物の浮上を容易にして、鋼中酸素レベルの絶対値の減少と非金属介在物による鋼の汚染を極力

防止することが必要である。

V. 結 言

一般高炉銑を用いて LD 転炉において高合金鋼を製造する際の基礎条件を、10 t 試験転炉の実績にもとずいて検討をおこなった。

文 献

- 1) H. KNÜPPEL ü F. OETERS: Arch. Eisenhüttenw., 32 (1961) S. 799~S. 808
- 2) A. FISCHER ü V. ENDE: Arch. Eisenhüttenw., 23 (1952/53) 21
- 3) 坂尾, 佐野: 日本金属学会誌, 26 (1962) p. 236 240
- 4) 小島, 佐野: 鉄と鋼, 50 (1964), p.22
- 5) D. C. HILTY, H. RASSBACH & W. CRAFTS: J. Iron and Steel Inst. (U. K.), (1955) p. 116~128

669.184.244.66:669.15-194

(64) 純酸素転炉における合金鋼の溶製について No. 64226

(純酸素転炉における合金鋼の製造について—II)

日本鋼管, 技術研究所 ○川上 公成  
日本鋼管, 水江製鉄所 板岡 隆

On the Melting Practice of Alloy Steels by Oxygen Converter.

(On the production of alloy steels by oxygen converter — II) pp.1715~1718

Kiminari KAWAKAMI and Takashi ITOOKA

I. 結 言

転炉による合金鋼製造に関する基礎的問題, すなわち溶製方法, 製錬過程における物理化学的考察などについて, さきに述べたが, 本報告においては, 転炉における合金鋼製造の実例として, 当社, 川崎製鉄所, 転炉工場内の 10 t 試験転炉において行つた研究結果に基づき

Table 1. Kinds of steel produced by LD-converter.

No.	Kinds of steel	Corresponding specification in JIS	Products	Use
1 2	SCM-3 STKS-3	SCM-3 STKS-3	Medium C-alloy-steel	Bars and tubes for machine structural use
3 4 5 6 7	1Cr-0.5Mo 1 1/4Cr-0.5Mo 2 1/4Cr-1Mo 5Cr-0.5Mo 9Cr-1Mo	STBA-22 STBA-23 STBA-24 STBA-25 STBA-26	Cr-Mo-steel for boiler tubes	Tubes for boiler, heat exchanger and chemical use
8 9	13Cr 18Cr-8Ni	SUS-21 SUS-27	Ferritic stainless steel austenitic stainless steel	Sheets tubes for boiler, heat exchanger and chemical use

Table 2. Operation standards of 1st and 2nd blow in double slag method.

		1st blow	2nd blow
13t/ch LD furnace			
Fluxes (kg/t)	Burnt lime	40	60
	Slag of former charge	40	—
	Scale	15	15
	Fe-Si	—	10
Lance height (m)		1.6	0.8
O <sub>2</sub> press (kg/cm <sup>2</sup> )		6	5
Bath composition (%)	C	2.0~3.0	—
	Si	tr~0.03	0
	P	tr~0.040	tr~0.010
	S	0.010~0.035	0.005~0.025
Slag composition (%)	CaO	40~52	40~50
	SiO <sub>2</sub>	10~15	15~25
	T. Fe	20~35	10~20
	MnO	4~7	2.5>
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2~3	0.8>
Temperature (°C)		1380~1420	1600~1650

その製造法について述べる。

II. 製造鋼種

本研究において製造の対象とした鋼種は Table 1 に示すように、構造用中炭素 Cr-Mo 鋼、ボイラー管用 Cr-Mo 鋼、板および管用ステンレス鋼について9鋼種であり、いずれも最終圧延製品まで製造したものである。

III. 溶製方法

P=0.130~0.200%, S=0.020~0.050%の溶銑を主原料(屑鉄装入比約10%)とし2回造滓, 2回除滓法によるP, Sの徹底除去を行なった後, 合金剤をSi-合金と共に炉中に添加して溶解吹錬を行うことにより, 良質の合金鋼を高能率に製造した。

IV. 溶製経過およびその考察

i) 溶銑中P, Sの除去

純酸素転炉においては主原料として, 燐, 硫黄濃度の比較的高い平炉銑が主として用いられているが, 良質な鋼を作るためには, これらの不純分は極力低くする必要

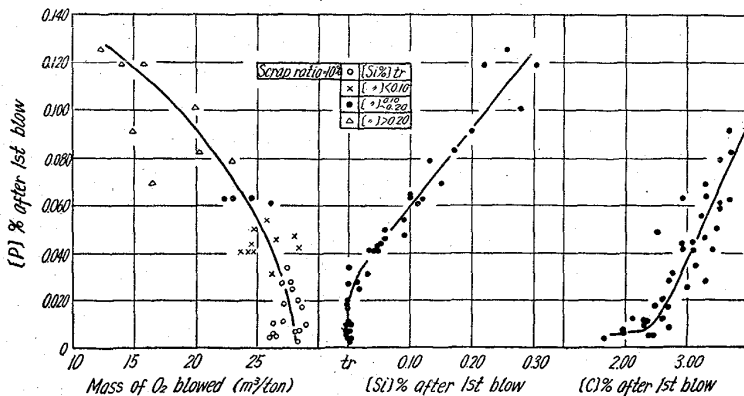


Fig. 1. Dephosphorization reaction in 1st blow double-slag process.

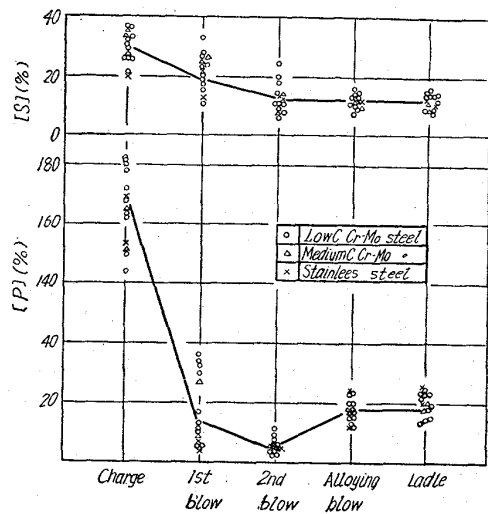


Fig. 2. Change in phosphorous and sulphur in alloy steel making process in LD converter.

があり, ことに燐はクロム合金の製造に際して, クロム合金剤添加以前に除去しなければならない。さらに本法においては後述するように溶解吹錬を行なうため, 単に溶鋼中燐を滓中に移行させるのみでは, 合金剤添加時に大きな復燐を伴うため, 燐濃度の高いスラグを反応系外へ排出する必要がある。このため, 2回排滓法を行なうもので, この場合の吹錬要領を Table 2 に示す。すなわち1次吹錬においては主として脱燐を目的とし, 装入造滓剤の早期滓化を計ると共にソフトブローを行なつて脱燐を促進させる。滓化時間は5~6 minである。

2次吹錬は目標炭素含有量まで脱炭を行なうと同時に, 1次の残存スラグ中燐濃度を稀釈し, 溶鋼中のP, Sをさらに減少させるために行うもので, 1次吹錬と同様, 滓化時間を短かく foamy なスラグを作ることが必要である。なお脱燐平衡より見ても有効に脱燐を行うためには低温の方が有利であり, 1次吹錬における脱燐を効果的に行なうことが必要となるが Fig. 1 に示されるように1次吹錬における酸素供給量は 25m<sup>3</sup>/t 以上必要で, ことに鋼中 Si 残存していると効果的脱燐が行われないことがわかる。

つぎに本法による製錬過程における P, S の挙動を Fig. 2 に示す。燐は合金剤添加以前に 0.010% 以下まで下げられるが, 排滓を完全に行なうことは困難なため, 溶解吹錬時に若干の復燐は避けられない。硫黄は1次吹錬においては低温のため, ほとんど除去されないが, 2次吹錬, 溶解吹錬, において除去が行なわれ, 最終的には主原料中 S% の 1/2~1/3 となる。

ii) 合金剤溶解吹錬

クロム合金鋼の溶製にあたってはFe-Cr二元系合金にシリコンを存在させることにより, 鋼中へのクロムの溶解を容易にし, かつ鋼中成分(Cr, Si その他)を安定させることができる。いずれにしてもクロム合金鋼においては酸素の活量が低下するため, 炭素, マンガンなどの一般鋼中成分も普通鋼に比べればはるかに安定とな

る。しかし炭素およびマンガンは規格範囲も狭く炉中での操業管理要因にはできない。一方シリコンはクロムの歩留とも直接の関係を有し、含クロム鋼の一次脱酸剤として極めて重要な成分であるため主要管理要因にする必要がある。したがってクロムを合金させるに際しては

- (1) 鋼中クロム含有量
- (2) 鋼中シリコン含有量
- (3) 鋼浴温度

の3点をとくに管理する必要がある。

これらの作業を迅速かつ安定して実施するため、今回合金元素添加吹練法を開発した。クロムなどの合金元素に過剰のシリコンを加え酸素による吹練をおこない、シリコンの燃焼発熱を利用して溶解添加するものである。これに必要なシリコンは合金剤溶解用、鋼浴温度上昇用、炉体放散熱補償用および炉中残存量を計算し、合金剤中に含有されるシリコン(例えば Si-Mn, Si-Cr, チャージクロム)と必要あれば Fe-Si などの形で添加している。

合金剤添加後シリコン燃焼に必要な酸素量を吹込み合金剤溶解吹練をおこなう。2~3 minの溶解吹練によつて約5~7%の元素を添加することが可能であり、合金元素は完全かつ均一に溶解し、クロムの歩留95%程度、モリブデン、ニッケルなどは100%に近い歩留が得られる。したがって炉中で各成分を規格に適合させ、カントバックの急速分析値を待つて出鋼する。この結果成分の適中率も100%に近い実績を得ている。

合金鋼溶製には各種要因が大きく作用することは先にも述べたが、その一例を Fig. 3 の鋼浴温度とクロム分配比に示す。これは試験転炉で溶製した各種含クロム合金鋼の値であるが、このようにクロムの分配は温度に強く影響されることがわかる。

このように溶解吹練をおこなえば、上吹き転炉においても還元精練を行なうことが可能で、酸素 jet は鋼浴の攪拌とシリコンの燃焼にのみ有効に働くことがわかる。

合金添加量によつて加えるべき熱量も変化するが、その様子を鋼種別に求めたのが Fig. 4 である。上吹き転炉の欠点と言われる熱補償の問題も短時間に多量の熱を発生するシリコンを使用することによつてほぼ解決し、18-8ステンレス鋼の溶製も短時間に添加剤の歩留良く実施できた。

しかし溶解吹練が適切におこなわれても多量の合金元素が添加されると、例えばクロムなどは鋼中酸素の活量

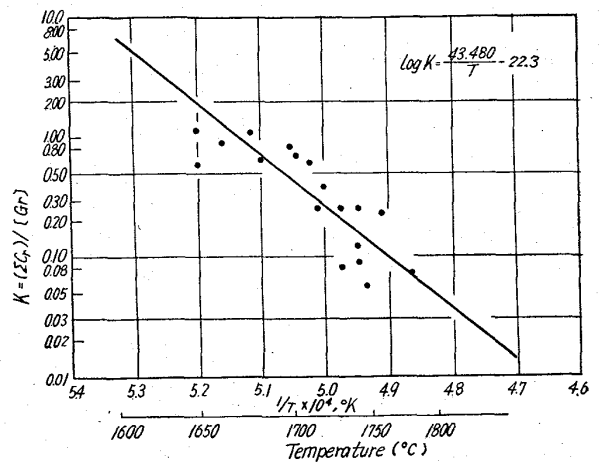


Fig. 3. Relation between temperature and distribution ratio of chromium.

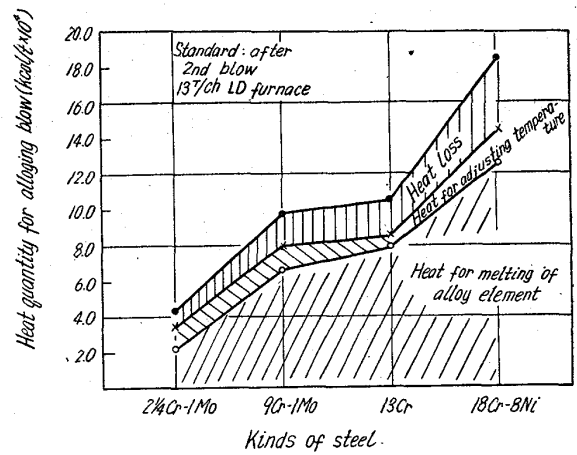


Fig. 4. Heat balance of "alloying blow"

係数を大巾に低下させるので、シリコンなどを共存させてもその脱酸は不十分なままで止まってしまう。このためこのような場合には炉中において溶解吹練後の鋼浴に酸素との親和が大なる元素(例えば Al, Ti, Ca, Mg またはミッシュメタルなど)を添加し、強制脱酸および拡散脱酸をはかる必要がある。このため強制脱酸剤としてアルミニウムの使用と同時にその他の脱酸剤の使用を検討し、良質の鋼を得ている。

試験転炉で出鋼した合金鋼のレードル成分を Table 3 に示す。得られた鋼は普通成分についてはもちろん、酸

Table 3. Example of ladle analysis of alloy steels produced by LD converter.

Kind of steel	Ladle analysis (%)										
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Mo	O	N	H cc/100g
SCM-3	0.34	0.19	0.63	0.018	0.011	0.08	1.11	0.25	0.0043	0.0026	6.24
STKS-3	0.37	0.24	0.75	0.020	0.009	0.08	0.99	0.19	0.0055	0.0088	—
1Cr-0.5Mo	0.09	0.22	0.44	0.014	0.005	0.06	0.93	0.58	0.0065	0.0089	5.30
1 1/4Cr-0.5Mo	0.10	0.73	0.50	0.023	0.012	0.07	1.40	0.52	0.0058	0.0079	7.75
2 1/4Cr-1Mo	0.10	0.22	0.45	0.018	0.008	0.08	2.30	1.05	0.0050	0.0078	7.20
5Cr-0.5Mo	0.11	0.28	0.43	0.025	0.013	0.05	5.05	0.60	0.0065	0.0092	7.62
9Cr-0.5Mo	0.13	0.53	0.41	0.023	0.014	0.06	9.28	1.02	0.0034	0.0132	8.70
13Cr	0.08	0.56	0.58	0.020	0.012	0.07	12.58	—	0.0022	0.0164	8.15
18Cr-8Ni	0.06	0.76	1.19	0.026	0.011	0.07	18.22	Ni 8.85	0.0109	0.0186	9.40

素, 水素, 窒素についても良結果を得た.

V. 結 言

試験転炉における合金鋼溶製試験ではダブルスラグ法を採用することにより, 鋼中[P], [S]を充分除去することが可能で, 高合金鋼の溶製もスムーズに実施した. また合金剤添加吹練を行うことにより成分の安定, 作業の安定, 冷材添加量の増加が可能となり, 純酸素上吹き転炉においても十分高合金鋼を溶製できる見通しを得た.

669,184,244.66:669,15-194:539.4

(65) 純酸素転炉における合金鋼の材質について No.64227

(純酸素転炉による合金鋼の製造について—Ⅲ)

日本鋼管, 技術研究所

川上 公成・○野崎 洋彦

On the Properties of Alloy Steels by Oxygen Converter.

(On the production of alloy steels by oxygen converter — Ⅲ)

Kiminari KAWAKAMI and Hirohiko NOZAKI.

I. 緒 言

前報において, 転炉による Cr-Mo 鋼, ステンレス鋼などの溶製について報告したが, これらの各鋼種は従来電気炉において製造が行なわれており, 製鋼過程を異にした場合, 材質上差が見られるかどうか調査を行なう必要がある. このため製造を行なつたすべての鋼種について確性試験を行なつた. 本報告においてはこれらのうち代表的鋼種として, 構造用合金鋼 JIS 規格 SCM 3 種ボイラー管用鋼 STBA 24 種, ステンレス鋼 SUS 27 種の 3 鋼種の確性結果について報告する.

II. 供試材の作製

確性試験に用いた供試材はすべて試験転炉(容量10t)により溶製され, SCM 3 種および STBA 24 種は 6 t 鋼塊, 18-8 ステンレス鋼は 7 t 偏平鋼塊から以下の圧延工程を経て採取された.

SCM-3: 115×115mm および 115×140mm に分塊後, 19mm φ, 38mm φ に圧延, それぞれ試料の採取を行つた.

STBA-24: 130mm φ に分塊後, マンネスマン・プラグミル方式により外径 60.3mm φ, 肉厚 5.2mm に圧延, また高温強度試片用などとして, 1部ピレットより 25mm φ に鍛造し, それぞれ試料の採取を行つた.

SUS-27: 120mm×1025mm スラブとし, 4.3mm×1025mm に熱延, 続いて 1mm×1025mm に冷延した.

試料は熱延中 19mm 厚および 1mm 厚冷延板より採取した.

III. 確 性 方 法

これら 3 鋼種は従来より電気炉において製造が行われているため, 同一条件で電気炉鋼と比較試験を行つた. また, 確性項目は以下のような内容である.

1) SCM-3: 常温機械強度, 焼入性, 疲労強度を中心とし棒材で行い, 偏析状況などをピレットで調査.

2) STBA-24: 高温強度, クリーブ強度を鍛造材で調査し, 熱間加工性を製管成績より, 地疵, 偏析状況などをピレットで調査.

3) SUS-27: 常温, 高温機械強度を 19mm 厚板において調査し, 熱間, 冷間加工性を 1mm 薄板圧延成績, 深絞性試験により調査.

以上 3 鋼種に共通な調査項目として, その他鍋下試料のガス分析, 製品チェック分析, マクロ, S プリニト, 顕微鏡組織, 地疵, 介在物清浄度などの調査を行つた.

IV. 調査結果および考察

今回, 材質調査を行つた転炉製合金鋼 3 種ならびに比

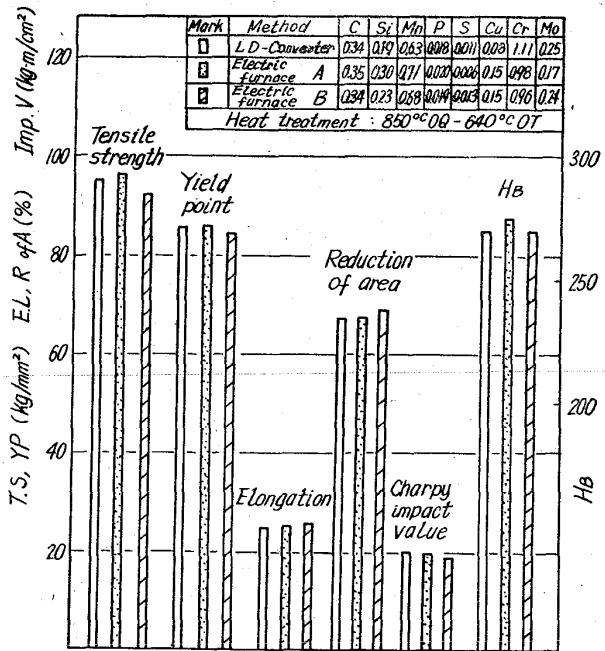


Fig. 1. Comparison of mechanical properties of SCM steels.

Table 1. Chemical composition of alloysteels investigated.

Method	Kind of steel	Chemical composition (%)								
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Mo	Ni
LD-Converter	SCM-3	0.34	0.19	0.63	0.018	0.011	0.08	1.11	0.25	—
	STBA-24	0.10	0.22	0.45	0.018	0.008	0.08	2.30	1.05	—
	SUS-27	0.06	0.76	1.19	0.026	0.011	0.07	18.22	tr	8.85
Electric furnace	SUS27 19mm	0.08	0.47	1.29	0.030	0.008	—	18.21	—	8.89
	SUS27 1mm	0.05	0.54	1.19	0.025	0.007	0.17	17.77	0.26	8.71