

Table 2. Mechanical properties of 18-8 stainless steel (heat-treatment ; 1100°C W. Q.)

Plate thickness (mm)	Room temperature properties					High temperature properties					
	Tensile strength (kg/mm <sup>2</sup> )	Yield strength (kg/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)	Reduction of area (%)	H <sub>B</sub>	Tested Temperature (°C)	Tensile strength (kg/mm <sup>2</sup> )	Yield strength (kg/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)	Reduction of area (%)	
19	LD method	62.3	23.8	69.4	75	79.5	500	44.0	13.3	49.6	71.5
							600	38.2	12.6	47.1	68.8
							700	24.9	12.0	47.9	49.6
							800	14.6	9.8	58.6	49.0
	Electric furnace method	61.8	23.9	67.5	67	80.3	500	46.1	14.0	49.5	71.5
							600	40.7	13.6	46.0	70.0
							700	27.4	12.0	40.5	42.5
							800	15.8	10.6	57.5	48.1

Plate thickness (mm)		Tensile strength (kg/mm <sup>2</sup> )	Yield strength (kg/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)	Erichsen Value mm	Conical cup value mm	Wrok-hardening-coefficient	Lankford value		
								r	rm	
1	LD method	0°	72.3	34.6	57.5	11.8	46.26	0.470	0.91	1.03
		45°	68.8	33.5	62.3				1.14	
		90°	69.8	33.4	65.1				0.91	
	Electric furnace method	0°	70.5	36.5	56.8	11.6	46.76	0.439	0.91	0.98
		45°	67.0	37.5	61.7				1.05	
		90°	67.5	35.2	62.9				0.91	

Yield strength : 0.2% off set (19mm) ; 0.4% off set (1mm)

である。19mm厚板における常温、および高温強度は電気炉鋼の方が引張強さがやや高いが伸び、絞りはやや低い成分の差によるものと考えられる。1mm薄板では深絞り性、張り出し性の試験を行つたが転炉鋼の方がやや良い結果を示している。しかしこれも成分による影響範囲で、とくに著しい差は見られないとして良いであろう。なお熱間、冷間加工性を端的に示すものとして、熱間圧延および冷間圧延状況は良好で、最終工程における1級品合格率は90%で従来の電気炉鋼の実績と比較しても高水準にある。その他薄板において触針式表面粗さ計による表面粗さの測定、19mm厚板における断面マクロ、Sプリント、介在物清浄度などの結果においても製鋼法による差は認められなかつた。

V. 結 言

純酸素転炉製造による SCM 3種, STBA 24種, S US 27種のそれぞれ成分, 用途の全く異なる合金鋼について、これらの鋼に要求される種々の材質試験を電気炉鋼との比較に基づき行つた結果、いづれの鋼種のもいづれの特性においても、転炉鋼は電気炉鋼に優るとも劣らぬ結果を示した。今後純酸素転炉法は高級合金鋼の製造分野においても多大の発展が期待できる。

文 献

- 1) 青山, 飯浜: 鉄と鋼, 50 (1964) p. 417
- 2) 寺井: 住友金属, 8 (1956) p. 164
- 3) J. D. MURRAY. et-al: J. Iron & Steel Inst. (U.K), (1959) p. 354
- 4) 耳野, 梅沢: 鉄と鋼, 49 (1963) p. 595

669,184,244,66:669,141,241,2

(66) 純酸素転炉における高級キルド鋼の溶製について No. 64228

(純酸素転炉における合金鋼の製造について—Ⅳ)

日本鋼管, 川崎製鉄所

西尾好光・斎藤 剛・木村成人

On the Melting Practice of High Grade Killed Steels by Oxygen Converter.

(On the production of alloy steels by oxygen converter — Ⅳ) pp1720~1723

Yoshimitu NISHIO, Katashi SAITO and Narito KINURA.

I. 緒 言

当所における合理化の一環として、転炉工場は改造され昭和39年2月より転炉3基整備2基稼動を実施して転炉鋼の増産を図るとともに旧設平炉工場(60t×3基)は休止するにいたつた。

このため従来平炉にて出鋼していた高炭素鋼, 高張力鋼および低合金鋼を規格の許容する範囲で、転炉にて定期的に出鋼することになり、2基の稼動炉中、1基を主としてこれらの鋼種の溶製にあてており、出鋼鋼種比率は概略次の通りである。

- (1) 継目無鋼管用鋼 10%
- (2) 機械構造用鋼 4%
- (3) 高張力鋼 4%
- (4) 低合金鋼 2%

これらの鋼種の溶製に際しては、すでに報告したごと

く、溶銑成分、規格成分、その他作業条件に応じて、普通のシングルスラグ法、Fe-Si 昇熱法、ダブルスラグ法などを適宜採用して試験的には十分満足すべき結果をえたが、前述のごとき作業条件の変化に伴い操業の安定化

を主目的として改善を行い、現在においては高級鋼を安定して日常的に量産し得るにいたっているもので、この間の経緯について報告する。

II. 溶製方法

上吹転炉において高級鋼を溶製する場合、特に注意しなくてはならないのは鋼中[P]、鋼中[O]、さらには地疵などであることは周知のことである。当工場のごとく高温下注造塊法を採用している場合は十分考慮する必要がある。

したがって、当所では、これらに影響する諸要因、溶銑P、終点温度、終点C合金剤添加量に応じた溶製規準を定めており、これを端的に例示すれば、Fig. 1 Table 1のごとくなる。

この内、普通法、Fe-Si 昇熱法はすでに報告済であるが、いずれもシングルスラグ法に立脚しており、前者は合金剤添加量も少なく終点温度を高くする必要がない場合に適用し、後者は溶銑Pが高く、合金剤添加前温度を高くする必要がある場合に行うものであつて、鋼浴温度を一度、目標温度より低目にとめ脱Pを十分図つた後、Fe-Siにより目標温度に上昇させるという2段階を経るものである。しかし、シングルスラグ法には当然脱Pの点で限界があり、合金剤添加量が増加するにつれて、終点温度を高くする必要からますます、脱Pは不利になりP復の恐れも増大する。

ゆえに、安定した結果を得るには、ダブルスラグ法に依らねばならないが、この場合、添加される多量の合金剤を溶解させるに必要な熱を第2次終点であたえておく、Fig. 1 の3の方法は、1720~1730°C という高温を必要とし、鋼質的にも、作業的にも好ましくない。

したがって、現在当所では、Table 1 に一例として示すごとき低合金鋼、ある

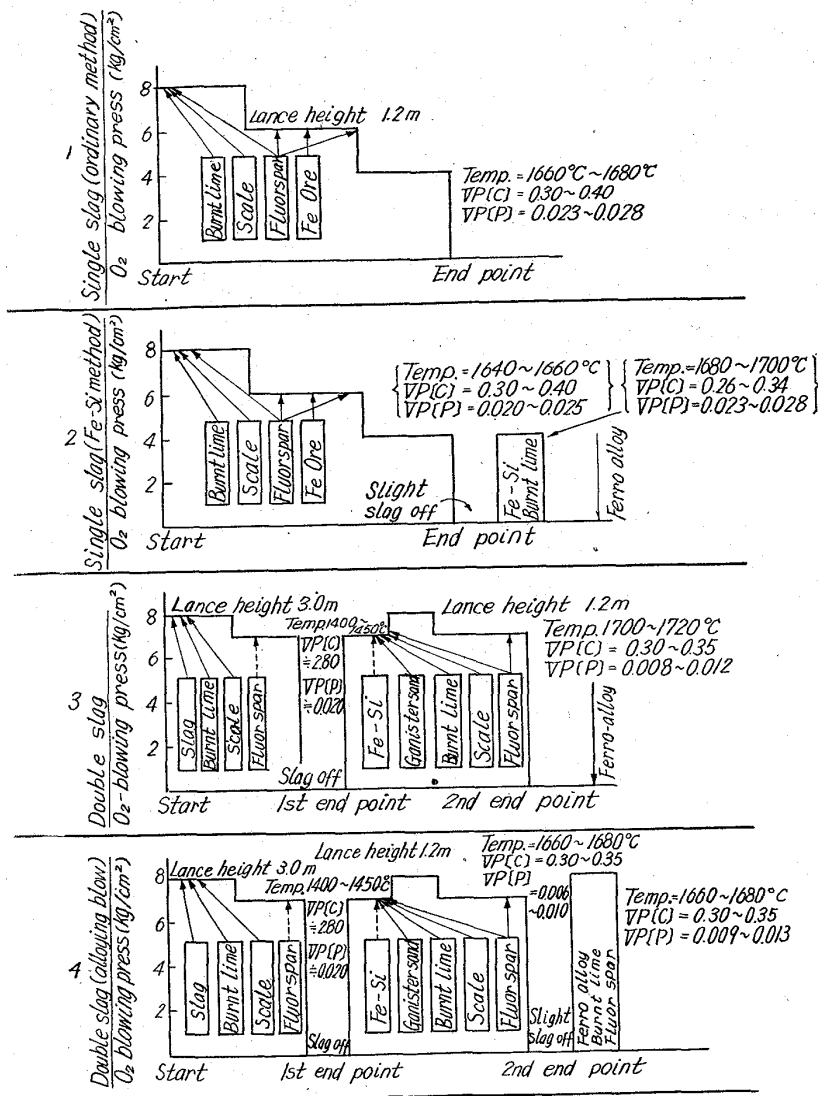


Fig. 1. Patterns of various blowing methods.

Table 1. Standard of blowing methods.

	[P]% in hot metal		Typical specification of chemical analysis							
	≤0.190	>0.190	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
Low carbon Steel	Single slag (without Fe-Si method)	Single Slag (Without Fe-Si method)	0.10	0.10	0.30	0.035	0.03			
High carbon Steel	Single slag (Without Fe-Si method)	Single slag (with Fe-Si method)	0.42	0.18	0.90	0.040	0.040			
Alloy Steel			0.43	0.20	0.75	0.040	0.040	0.40	0.40	0.15
Hightensile Strength steel	Double slag (with alloying blow)		0.48	0.35	1.00	under	under	~0.60	~0.70	~0.25
			0.16	0.50	1.30	0.040	0.040			
			0.21	0.80	1.60	under	under			

\* End point temp. (L. C. 1660~1680°C H. C. 1680~1700°C A. C. 1650~1670)

いは、Fe-Mn を多量に必要とする高張力鋼に対しては Fig. 1-4 に示すごとく、合金剤とそれを溶解させるに必要な熱源として Si 源を同時に炉中に入れ吹錬する溶解吹 (alloying blow) 方法を採用している。

III. 溶解吹錬 (alloying blow)

溶解吹錬法は、

1) 温度を低目に保ち、脱P, 排滓を十分に行う。

2) 含 Si 合金剤 (Si-Mn, Si-Cr, Fe-Si) を添加し、これらの Si 源を熱源として、[Si]を残存させつつ溶解混合吹錬を行なう。

という段階を経る溶製法であつて、ある意味では三重吹錬法であるが、一次吹錬時に脱Pおよび排滓を十分行うことにより、二次終点 (溶解吹前) の滓掻きは比較的軽度のものでよく、溶解吹を行うことによるタイムロス は8~10min 程度である。

われわれの工場では、3基整備2基稼働の実施により 炉の稼働率には十分余裕があり、この程度のタイムロス

は吸収でき製鋼能率には悪影響はないゆえ極力この方法を利用してゐる。その利点としては、

合金鉄溶解に要する温度降下がないため、吹錬温度を低くでき、温度コントロールが容易である。

出鋼前に於いて、鋼浴中の Si をある程度 (Si=0.20~0.30) 残留させることにより鋼中[O]を低くできる。

合金剤歩留が高く且安定する。

溶解吹時に炉中成分を目標成分に近づけることができる故、成分適中率が向上する。

等があげられる。

Table 2, Table 3 に、溶解吹の実例を示すが、Table 2は Cr, Mo, Ni を含んだハイラン系鋼種、Table 3は低炭素合金鋼に溶解吹を行つた場合の、溶解吹前後の変化を示したものであり、前述のごとく、鋼浴中に Si を 0.20~0.30%程度残存させて吹錬するゆえ、鋼滓中の P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> が還元され多少復Pしているが、S は逆に脱Sされており、溶解吹前の [C] は比較的高い

Table 2. Comparison of chemical compositions and their Standard deviations.

N=50

	Chemical analysis (%)									
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Temp
Before Alloying blow	$\bar{x}$	0.474		0.161	0.0118	0.0105				1657°C
Alloying blow	$\sigma$	0.024		0.021	0.0023	0.0032				13.0°C
After Alloying blow	$\bar{x}$	0.463	0.275	0.871	0.0153	0.0075	0.561	0.543	0.202	1690°C
Alloying blow Specification	$\sigma$	0.018	0.020	0.025	0.0029	0.0023	0.003	0.008	0.003	7.6°C
		0.43	0.20	0.75	0.040	0.040	0.40	0.40	0.15	
		~0.48	~0.35	~1.00	under	under	~0.70	~0.60	~0.25	

Table 3. Typical analysis of bath and slag.

	Chemical analysis (%)															
	Bath										Slag					
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	[O]	TP <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T. Fe	MnO	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>
Before alloying blow	0.11	—	0.21	0.012	0.013	—	—	—	—	0.041	1.42	11.95	2.89	54.85	4.81	17.66
After alloying blow	0.16	0.31	1.28	0.015	0.009	0.55	0.16	0.20	0.14	0.029	0.96	3.22	3.92	48.37	6.55	23.11

Table 4. Comparison of with or with or without alloying blow.

Class		Chemical analysis (ladle)					Temp	Charge to tap time	Mn recovery	
		C	Si	Mn	P	S				
High carbon steel	With-out	$\bar{x}$	0.451	0.301	1.359	0.0175	0.066	1712	67.6	77.2
		$\sigma$	0.020	0.022	0.055	0.0044	0.023	9.5	6.2	4.1
	With	$\bar{x}$	0.454	0.265	1.320	0.0165	0.073	1666	80.1	89.3
		$\sigma$	0.014	0.019	0.027	0.0028	0.022	6.3	8.5	2.1
Low carbon Steel	With-out	$\bar{x}$	0.173	0.443	1.363	0.0170	0.073	1715	64.1	73.8
		$\sigma$	0.013	0.022	0.058	0.0043	0.020	10.6	5.4	4.9
	With	$\bar{x}$	0.165	0.476	1.393	0.0164	0.075	1661	73.2	88.9
		$\sigma$	0.013	0.019	0.023	0.0026	0.021	5.1	7.2	1.9

Table 5. Adaptability of alloying blow.

	Chemical analysis (%)									
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	SoI Al
Specification	0.13	0.40	1.05	0.035	0.035	0.55	0.10	0.20	0.10	0.020
Ladle	~0.16	~0.55	~1.35	under	under	~0.60	~0.20	~0.23	~0.15	~0.040
	0.15	0.48	1.28	0.022	0.009	0.57	0.16	0.21	0.14	0.032

もかわらず、溶解吹よつてもほとんど低下することなく、しかも規格成分に合せて調整できるゆえ、変動が少なくなっている。

温度についても溶解前の温度に応じて溶解吹時の添加 Si 源を調節することにより溶解吹後の温度の  $\sigma$  は 7.6°C と低くすることができる。

更に Table 3 より明らかなごとく溶解吹を行うことにより鋼中 [O] および鋼滓中の T.Fe が減少し鋼質の向上が期待できる。

Table 4 はハイテン系の同一鋼種について溶解吹を実施した場合と、しない場合の成分、製鋼時間、Mn 歩留終点温度を比較したものであるが、高炭材、低炭材を問わず溶解吹を行つた場合は成分変動が少なく、特に Mn, P, 温度の変動が著しくなつているのが目立つ。

また、Mn 歩留が 10% 以上も高くなつていることからみても合金剤歩留が高く、かつ安定していることが判る。

製鋼時間は約 10min 程度延長しているが、成分変動が少ないこと、Table 3 に示したごとく鋼中 [O] が低いことなどから期待されることなどを考えれば、この程度の能率低下は十分補なつて余りあるものと言えよう。

溶解吹の特徴の一つは溶加剤の歩留変動が少なく、成分適中率が著しくよいことであるが、この利点を生かして成分規格の著しく厳格な鋼種を溶製した実績例を Table 5 に示す。

これは Ni, Cr, Mo, V, を少量づつ含んだ低炭の調質ハイテン系鋼種であり、成分規格が非常にせまいが中央値を目標に出鋼した結果、十分作業的に可能であることがわかつた。

#### IV. 結 論

LD 転炉による高級鋼溶製法としては、いろいろ考えられるが、当所においては操業条件に応じて、Fig. 1 Table 1 に示す規準に従つて作業の安定化を図つている。

就中従来大量出鋼に多少困難を感じていた鋼種も溶解吹を採用することにより十分作業的に容易となり、鋼質的にも優れたものが得られるにいたつている。

669,184,244,66,536,532

### (67) 純酸素転炉における溶鋼温度連続測定

No. 64229  
尼崎製鉄, 尼崎製鉄所

青山 芳正・飯浜宇一郎・林 正昭  
松永 昭・小林清二

### Continuous Measurement of Temperature for Bath of LD Converter.

Yoshimasa AOYAMA, Uichiro IIHAMA,  
Masateru HAYASHI, Akira MATSUNAGA  
and Seiji KOBAYASHI.

#### I. 緒 言 pp1723-1725

最近の LD 転炉法の発展はめざましく、生産量、製造鋼種、作業管理などの面ですでに各種製鋼法の先端を歩んでいるが、特に作業管理の面では計算制御が導入され、その活用によつて大きな効果のあがつていることが各所より報告されている。しかし、製鋼作業を十分に管理し、かつ新しい製鋼技術を開発するためには、刻々に変わる炉内の溶鋼温度と化学成分とを直接感知することが、ますます必要となつてきている。LD 法は平炉、電炉法などと違い、精錬を中断せずに溶鋼の温度、化学成分を直接測定することはきわめて難しいが、精錬が迅速であるだけに、これらの連続測定ができれば、その効果は測り知れないものがある。そこで、われわれは第 1 段階として、LD 炉吹錬中における溶鋼温度の連続測定を採り上げた。測定方法としては、熱電対を溶鋼内に浸漬する方法を採用した。この方法については、FISHER<sup>1)</sup> がトーマス転炉、LD-Ac 転炉について 2, 3 の実験を行ない、保護管としてはクロメットが良いとしているが、われわれはいろいろの保護管を使い、小型炉 (500 kg) である程度の成算を得てから、実際操業中の 30 t LD 炉に実験を移した。その結果によれば、未だ解決されていないいろいろの困難は確かにあるが、連続測温の可能性は十分にあることが判つた。

#### II. 小型実験炉における連続測温

浸漬式熱電対で溶鋼温度を連続測定する場合のもつとも重要な問題は、保護管の材質である。作業を中断せずに連続測定を行うには、測定装置を炉体煉瓦積内部にセットするのが最上であるが、この場合には、鋼浴内に突出した保護管が、装入時の屑鉄溶鉄の衝撃、精錬中の急速な温度上昇、高温の溶鋼、スラグとの接触、倒炉時の溶鋼の流れ、出鋼後の急速な温度降下など、苛酷な熱的・化学的、機械的な条件に耐えなければならない。また、溶鋼の温度変化を急速に伝達するには、熱伝導率が高く先端肉厚の薄いことが必要であるが、このような要求を全て満足する保護管は、未だ開発されていない。Fig. 1