

669.14.018.29; 669.15'26'28-194.2
 669.184.244.66

(65) 純酸素転炉による機械構造用炭素鋼, 合金鋼の溶製について

八幡製鉄所, 製鋼部

若林 一男・磯 平一郎

武田 雅男・椿 原 治

〃 特殊鋼管理部〇森 良彦

Melting Carbon and Alloy Steel for Machine Structures in an LD Converter.

Kazuo WAKABAYASHI, Heiichirō Iso,

Masao TAKEDA, Osamu TSUBAKIHARA

and Yoshihiko MORI.

1. 緒 言

洞岡転炉工場では, SC 相当材 (S35C, S50C級) を one-slag 法, SCM 相当材を two slag 法によつて溶製した結果, 良好な成績を得て, プロパー材としての製造が可能となつたので, ここに概要を報告する.

2. 高炭素鋼の溶製

2.1 予備試験方法とその結果

まず高炭素領域での溶製条件を調査するため, 洞岡転炉工場の実出鋼 70 t の LD 転炉により, 低燐銑 (溶銑燐 0.10%以下) と普通転炉銑 (0.18%前後) を使用し, 高炭素鋼出鋼可能 [C] および温度での中間吹止をして, いろいろの予備調査を行なつた. 普通転炉銑を使用した予備試験における, catch carbon 時の [C], [P] の分布を Fig. 1, Fig. 2 に示した. この試験の結果, 以下のことが判明した.

2.1.1 終点 [P] におよぼす要因

終点 [P] に関する要因は, 効果の大きい順に並べると, 溶銑 [P], 炉回数, 終点 [C], 終点温度であつた. この中で終点 [C], 終点温度については, 溶製鋼種により必然的に規定され, 脱 P 上有利な範囲にはなし

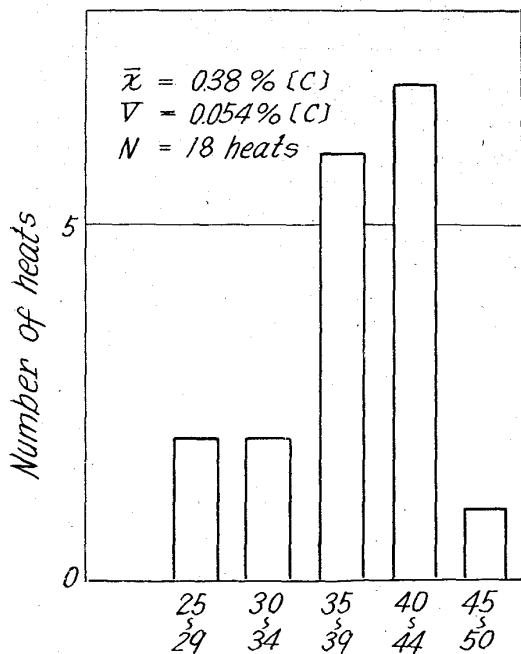


Fig. 1. Distribution of end point [C] (10⁻²%).

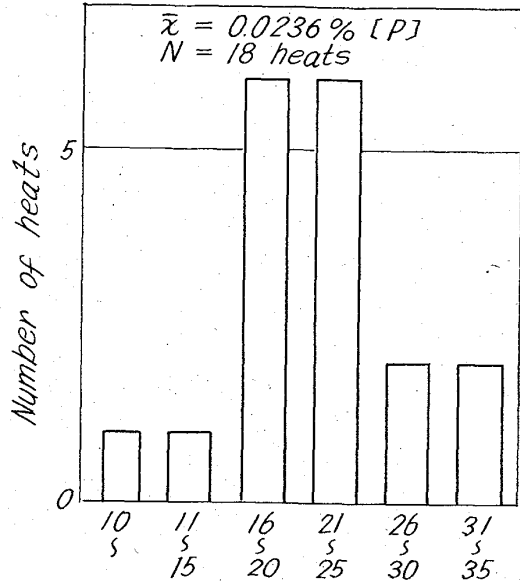


Fig. 2. Distribution of end point [P] (10⁻³%).

得ない. これに対し炉回数については, 洞岡転炉工場では, 3基整備常時2基操業であるため, 新炉を利用すれば脱 P は有利に進め得る.

2.1.2 塩基度調節

One slag 法で溶製した場合は, 生石灰を多量使用し, slag 量を大とした. しかしながら生石灰を多量使用した場合, 塩基度が高くなり slag の流動性が悪くなつた. 他方復 P 防止のために, 完全排滓の必要がある場合, 流動性の良い slag が要求される. このため溶銑 [Si] に応じてレンガ屑を使用した結果, 高炭素域にて流動性の良い slag を得られることがわかつた.

2.1.3 溶製方法

終点 [C] 0.40% および 1.00% 前後にて終点 [P] 0.025% 以下を要求される場合は, Table 1 に示すように one slag 法と two slag 法を使い分ければよいことが判明した.

2.1.4 終点 [C], 温度のコントロールについて

高炭素域では, 低炭素域に比較して終点付近での, Total Fe のバラツキが少なく, 吹止コントロールは比較的容易であつた. Fig. 3 に O₂ Nm³/t 溶銑と終点 [C] との関係を示した. 高炭素域では O₂ m³/t 溶銑と終点 [C] との相関は強く, これに装入量, 屑鉄比の補正を行なつて終点をコントロールできることが, 図より推察される.

他方温度については, 溶銑 [Si] を主要因とすれば, 終点温度をコントロールできるとの結果が得られた.

Table 1. Standard practice of blowing in relation to dephosphorization.

Hot metal [P]	0.060% ±	0.180% ±
E. P. [C]	0.40% ± 1.00% ±	One slag Two slag

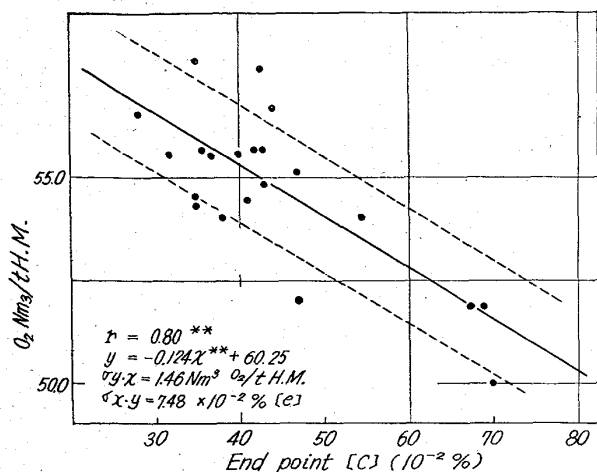


Fig. 3. Relation between $O_2 Nm^3/t.H.M.$ and end point [C].

2.2 機械構造用高炭素鋼の溶製

予備調査の結果にもとづき、同一炉で高炭素鋼を試作して、機械構造用として適するかを調査した。

2.2.1 成分

Table 2 に試作材の目標の成分を示す。A は S35C 相当材であり、B は S50C 相当材である。

2.2.2 溶製方法と結果

溶製方法は普通転炉銚を使用し、one slag 法を採用した。Table 3 に溶製方法の 1 例を示す。

吹錬条件において通酸量を $8000 Nm^3/hr$ 、通しとし

たのは、吹錬時間と総吹酸量との相関を強くし、吹止コントロールを容易にするためである。副材料の使用については、生石灰を多量使用し、レンが屑にて塩基度を調節した。

2.2.3 材質調査結果

SC 材とした場合問題になる地疵、マクロ組織および C 偏析を調査した結果、電気炉材または平炉材に比較して何ら遜色はなかつた。

3. 機械構造用合金鋼の溶製

機械構造用合金鋼についても、以下のごとく Cr-Mo 鋼の製造が可能となつた。

3.1 試作方法について

3.1.1 炉内脱酸方法

従来、高張力鋼溶製の場合は、炉内でスピーゲル、HC-Fe-Mn による予備脱酸をおこなつてきたが、今回の合金鋼溶製にあつては地疵対策および合金歩留を向上させるため、Si-Mn にて予備脱酸をおこなうこととした。

3.1.2 Cr 添加方法

Cr 合金の添加方法は、炉内と取鍋内の 2 通りある。取鍋内添加の場合は、均一溶解および介在物の点で好ましくない。このため将来合金鉄を多量使用する場合も考え、Fe-Cr を予備加熱して炉内に添加した。

3.1.3 溶製方法

溶製方法としては、one slag 法と two slag 法とがある。今回試作した SCM-22 相当の Cr-Mo 鋼に対しては、

Table 2. Specification of carbon steel for machine structure in the test.

Kind of steel	Chemical composition (%)					
	C	Si	Mn	P	S	Cu
A	0.30~0.40	0.15~0.40	0.45~0.85	≤0.035	≤0.040	≤0.35
B	0.45~0.55	0.15~0.40	0.45~0.85	≤0.035	≤0.040	≤0.35

Table 3. An example of melting practice of high carbon steel.

Hot metal ratio		88~92%							
Fluxes	Burnt lime	70 kg / t							
	Mill scale	20 kg / t							
	Fluospar	7 kg / t							
	SiO ₂	4 kg / t ±							
Oxygen flow rate		8000 m ³ /hr O ₂							
Lance gap		1.0~1.2 m							
Kind of steel		Composition (%)					Yield (%)		Charge to tap time
		C	Si	Mn	P	S	Mn	Si	
A	Hot metal	4.28	0.55	0.73	0.166	0.028	94.4	97.1	40~45min
	End point	0.28		0.17	0.009	0.014			
	Ladle	0.36	0.26	0.81	0.014	0.012			
B	Hot metal	4.30	0.53	0.64	0.156	0.026	91.5	97.6	
	End point	0.48		0.24	0.015	0.016			
	Ladle	0.49	0.26	0.69	0.018	0.016			

① 下注および合金を多量投入するため、吹止温度は高温 (1680°C 前後) となるが、目標成品 [P] は 0.020% 以下を確保せねばならない。

② 前装入に高価な合金鉄を使用するため、吹止の失敗は許されない。

③ Si-Mn にて予備脱酸するため、吹止後の完全排滓が必要である。

以上の三点を満足せねばならず、このため two slag 法を採用した。

3.2 成分

Table 4 に試作材の目標の成分を示す。これは SCM-22 相当材である。

3.3 溶製結果

Table 5 に溶製結果の一例を示した。

two slag 法にて溶製し、吹止め後完全排滓し、Si-Mn にて予備脱酸後 L. C Fe-Cr または ch-Cr を投入し出鋼した。

3.4 材質調査結果

鋼片および成品についての材質を電気炉の相当材と比較調査した。その結果は、

表面 疵: ほとんど差なし

マクロ組織: 差なく良好

地 疵: 電気炉材やや有利

介在物: 電気炉材やや有利

結晶粒度: 差なく良好

機械的性質: 差なく良好

焼入性: 差なく良好

であった。また機械的性質については詳細を Table 6 に示す。

4. 総 括

純酸素転炉により高炭素鋼、低合金鋼を溶製した結果以下のことが明らかとなった。

(1) C 0.50% 付近の高炭素鋼の溶製時の終点 P におよぼす要因効果を把握し、終点 C、温度のコントロール方法が明らかとなった。これによつて優良な高炭素鋼が製造可能となった。

(2) 低合金鋼 (Cr-Mo 鋼) の溶製にあつては、Si-Mn 予備脱酸、Cr 合金鉄の炉内投入をおこない、高合金鉄歩留で溶製できた。

(3) 試作した転炉製高炭素鋼 および合金鋼の材質は、相当材の電炉鋼と比較して、遜色がなかつた。

Table 4. Specification of alloy steel for machine structure in the test.

Chemical composition (%)						
C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
0.18~0.23	0.15~0.35	0.60~0.85	≤0.030	≤0.030	0.90~1.20	0.15~0.35

Table 5. An example of melting practice of Cr-Mo steel.

Hot metal ratio		88~90%							
Total fluxes	Burnt lime Mill scale Fluospar SiO ₂	80 kg / t 50 kg / t 11 kg / t 3 kg / t							
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Mo	Cr
Composition (%)	Hot metal	4.42	0.54	0.71	0.160	0.026			
	After silicon blow	3.24		0.19	0.012	0.018			
	End point	0.14		0.18	0.012	0.015		0.19	
	Before tapping	0.21	0.04	0.34	0.012	0.013		0.18	0.89
	Ladle	0.21	0.28	0.75	0.014	0.013	0.07	0.18	1.07
Yield (%)	Mn		Si	Cr	Mo				
	90.1		95.0	96.4	99.5				
Charge to tap time		60~65 (min)							

Table 6. Comparison of mechanical properties between L. D. and E. F. Cr-Mo steel.

	Y. P. (kg/mm ²)	T. S. (kg/mm ²)	E. L. (%)	Redution (%)	H _B
Specification in JIS	≥80	≥95	≥14	≥40	262~341
L. D.	93	110	21	50	300
E. F.	95	105	19	48	280