

Fig. 3. Effect of coke on sulphur content.

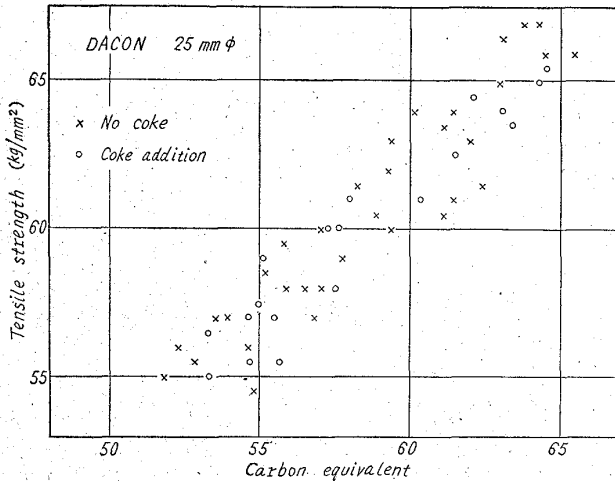


Fig. 4. Relation between carbon equivalent and tensile strength.

VI. 鋼 質

造塊状況、鋼塊の表面疵、圧延成品の表面疵、機械的性質などについては差が認められなかつた。

Fig. 4はその1例で、降伏点 35 kg/mm<sup>2</sup>以上の規格値を持つ高張力鋼から圧延した異形棒鋼の引張り強さと等価炭素量との関係であるが、コークスの有無による差は認められない。平炉では、一般に屑鉄が増すにつれて、微量不純元素が増し、等価炭素量が同じでも、機械的性質に差が現われるが、本実験では、この傾向が認められなかつた。しかし、これは転炉精錬の特性によるものではなく、比較的純粋な転炉鋼塊より発生した返り材を、主として使つていたためであると考えられ、プレスなど不純な外部材を使えば、多少の汚染はあると思われる。

VII. 要 約

転炉の燃料としてコークスを使用した場合の問題点を調査して、つぎの結果を得た。

- (1) 吹錬時間はコークスの投入によつて延長するが
- (2) スロッピング防止の効果もあるので、酸素流量の増加によつて、ある程度までは相殺できる。
- (3) コークス 100 kg 当り約 660 kg の蒸気を発生するが、最大蒸発量などの点では問題がない。しかし、
- (4) 酸素流量を増した場合には、問題が起こる。

- (5) コークスの秤量誤差による変動は僅かである。
- (6) 終点判定はやや難かしくなる。
- (7) 耐火物の寿命は、むしろ延長の傾向がある。
- (8) 溶鉄の減少により、炉に入る Mn, P は減少するが、吹止め Mn は逆に増加し、吹止め P は変わらない。
- (9) コークスの S により、吹止め S は増加する。
- (10) 本実験の範囲内では、鋼質上の差は認められなかつた。

669,184,244.66 = 669,14 = 621,774,36

(88) 純酸素転炉による API, J-55 油井ケーシング用管材(高炭素鋼)の溶製 62268

日本鋼管川崎製鉄所 1366~1368  
 ○板岡 隆・斎藤 剛・室賀 脩  
 " 田中 駿一

On Melting of API Oil-Well-Casings Grade J-55 (High-Carbon Steel) by L.D. Process.

Takashi ITOAKA, Katashi SAITŌ  
 OSAMU MUROGA and Shun-ichi TANAKA

I. 緒 言

当社川崎製鉄所転炉工場においては、現在当所平炉工場で溶製しているすべての鋼種について品質的に且つ経済的に充分満足し得る鋼塊を溶製し得るよう種々試験研究を行なつている。その結果の一つとして API (米国石油協会) J-55 油井ケーシング用管材 (C=0.45% 程度の継目無鋼管用材) についても充分満足すべき結果が得られたので、現在平炉におけると同様、転炉工場においても平常作業としてその溶製を行なつている。以下その溶製法と製品の品質について報告する。

II. API, J-55 ケーシングについて

API, J-55 油井ケーシングは API 規格により Table 1 に示す機械的性質を持つことが規定されている。当工場においては、この機械的性質を得るために Table 2 に示す如き化学成分範囲内に収めるような作業を行なつている。

かように C および Mn 含有量の比較的高い鋼が要求される許りでなく、継目無鋼管として、苛酷な加工を受けるため、鋼塊内部は特に良好な品質が要求される。なお 7" φ 以下の管については、6 t 鋼塊から、分塊工場を経て plug mill (中径管工場) で製管され、また 7" φ 以上の管については、1 t 前後の鋼塊から、分塊を通さずに直圧により pilger mill (5 管工場) で製管される。

Table 1. Specification of J-55 steel.

Grade	Tensile strength kg/mm <sup>2</sup>	Yield point kg/mm <sup>2</sup>	Elongation	
			Plate test piece	Pipe test piece
J-55	≥52.7	≥38.7	≥20	≥25

Table 2. Chemical compositions. (Internal specification)

Ingot name	C%	Mn%	P%	S%	Si%	Cu%	Remarks
P J	0.42~0.50	0.70~1.00	≤0.040	≤0.040	0.18~0.35	≤0.30	For plug mill
T P J - B	0.42~0.50	0.90~1.20	≤0.040	≤0.040	0.18~0.35	≤0.30	For pilger mill

Table 3. Operating data for P J.

Raw materials	Hot metal steel scrap	47 t /ch 7 t /ch
Fluxes	Burnt lime	3 t 200 kg /ch
	Mill scale	1 t /ch
	Limestone	270 kg /ch
	Fluospar	250 kg /ch
	Iron ore	450 kg /ch
Alloys and deoxidizing agents	Fe-Mn (converter)	240 kg /ch
	Fe-Mn (ladle)	250 kg /ch
	Al (converter)	10 kg /ch
	Al (ladle)	15 kg /ch
	Fe-Si (ladle)	200 kg /ch
	C (ladle)	135 kg /ch

Composition

Hot metal

C%	Si%	Mn%	P%	S%
4.45	0.61	0.82	0.190	0.039

Metal composition at the end of blowing

C%	Mn%	P%	O%
0.20	0.23	0.021	0.041

Ladle analysis

C%	Mo%	P%	S%	Si%	O%
0.46	0.93	0.023	0.017	0.29	0.06

Slag

SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	T·Fe	MnO	CaO	MgO
11.40	3.27	16.62	5.80	56.20	2.39

Blowing time	26 mn 37 sec
Charge to tap time	44 mn 40 sec
Metal temperature at the end of blowing	1650°C
Teeming rate	220mm/mn~ 240mm/mn

III. 溶製状況

本鋼種は、鋼塊内質の良好であることを必要とするため、PおよびS含有量の低いことが望まれ、また、当工場では下注造塊法を採用しているため、高温出鋼を行な

う必要がある。これらの条件を同時に満足するためには二重鋼滓法の採用も考えられるが、平常作業の単純化、および製鋼時間の短縮をはかるために、二重鋼滓法を行わず、低圧吹錬法を採用した。すなわち、螢石を約250 kg /ch 使用し、焼石灰配合量を増加して、高塩基度鋼滓をつくり、吹錬末期に4 kg /cm<sup>2</sup>の低圧吹錬を行なうことにより、Cを極力高くとめながらPを0.025%以下に下げようとした。なお、ピルガーミル向けの約1 t前後の直圧鋼塊の場合は、更に高温出鋼が要求されるので、一たん目標成分まで吹錬し、倒炉滓しほり後、FeSi 昇熱吹を行なつて、目標温度まで上げ、出鋼している。溶製状況の記録は Table 3 に示す。

目標の化学成分に合致せしめるために、比較的多量の加炭剤および合金剤を使用しているが、取鍋内溶鋼の偏析は、ほとんどなく、また加炭歩留、Mn 歩留は80~90%、Si 歩留は約90%といずれも安定している。また更に、加炭による復燐程度は、平均0.002% (最高0.005%) におさまっている。

造塊における湯上り状況は良好であり、クラストおよび滓などの捲込みは全く認められない。

IV. 圧延状況

(1) 分塊圧延

6 t 鋼塊より丸鋼片に圧延し、ピーリングを実施し、検査疵取りの後、中径管工場に送る。ピーリング後の丸鋼片の表面性状を示すと Table 4 (平炉材を100とした比較結果) に示すように、平炉材に比して良好な成績を示している。

(2) 中径管圧延

中径管工場において圧延した成績を Table 5 (平炉材を100とした比較結果) に示す。1級合格率で、平炉材より良好な成績を示し、特に材質欠陥といわれる内面

Table 4. "Defect index" of the round billets.

Furnaces	Piece of inspection	First class billets (%)	Perfect billets (%)
L. D. (Bottom pouring)	2096	101	111
O. H. F. (Top pouring)	3719	100	100

Table 5. "Defect index" of the seamless pipe of J-55 Steel.

Furnaces	Piece of inspection	First class pipe (%)	Defects	
			Internal defects (%)	Surface defects (%)
L. D.	3689	108	37	71
O. H. F.	5887	100	100	100

Table 6. Nonmetallic inclusions in J-55 steel by microscopic testing method.

Furnaces	Nonmetallic inclusions (%)
L. D.	0.003.....0.007
O. H. F.	0.005.....0.009

Table 7. Sand seam test in J-55 steel.

Furnaces	I Step (D-6mm)	II Step (D×2/3)	III Step (D×1/2)
L. D.	47* (32**)	36 (16)	33 (25)
O. H. F.	100 (100)	100 (100)	100 (100)

\* Length index of average total length/10×10 cm

\*\* Length index of maximum length of macro-streak-flaw

不良および外面不良について、平炉材とその発生率を比較すると平炉の半分以下と、極めて良好な成績を示している。

### (3) 5管圧延

中径管工場におけると同様に、良好な成績を収め、平炉鋼に比較して、勝るとも劣らない成績をあげている。

## V. 材 質 調 査

### (1) 機械的性質

API 油井管 J-55 ケーシングとして、API 規格に示された機械的性質は、すべて十分に満足された。

### (2) 非金属介在物

Table 6 に示すように、平炉材と転炉材についての非金属介在物について調査した結果、転炉材の方が 0.002% 程度低い値を示し、清浄度が良好であることを示している。

### (3) 地疵調査

平炉材および転炉材について、丸鋼片のサンプルより地疵試験を行なった。平炉材を 100 とした比較結果を Table 7 に示す。各段削位置によつて、多少異なるが平均地疵総長さで、平炉鋼の半分以下、最大地疵長さで平炉鋼の 1/3 以下という極めて良好な成績を示した。

## VI. 結 言

現在、川崎製鉄所転炉工場においては C 0.45% 程度の API, J-55 ケーシング用継目無鋼管材を、平常作業として溶製しているが、その品質は極めて満足すべき水準にある。

従来、一般にいわれている転炉は低炭素鋼の溶製に適している、という範囲に留まることなく、C 0.45% 程度の中炭素鋼の溶製についても充分容易に、且つ良質鋼を得ることが明らかとなつた。

かような点からも、将来ますます転炉による高級鋼の溶製範囲が拡大されるものと信ずる。

669, 184, 244, 166 = 669, 14, 018, 2 = 620, 192, 21  
(89) 純酸素転炉による機械構造用

## 炭素鋼 (NC) の溶製

日本鋼管川崎製鉄所

○板岡 隆・藤井 良三

田中 駿一・矢野 幸三

## On Melting of a Carbon Steel for Machinery Structures (NC Steel) by L.D. Process.

Takashi ITOGA, Ryoza FUJII,  
Shun-ichi TANAKA and Kozo YANO.

### I. 緒 言

日本鋼管川崎製鉄所においては、昭和27年以降、平炉による SC 材の溶製を開始し、現在月間約10,000 t 程度の鋼塊を製造しているが、当社は、この製品を特に NC 炭素鋼と名づけ、自動車、車輛、船舶その他の機械部品として、広く各方面に使用されている。

今回この NC 材を、当所転炉工場において溶製し、その品質を調査した結果、製鋼作業も容易に行ない得ると共に、良好な品質の製品が得られた。以下その溶製法と製品の品質について報告する。

### II. NC 材について

NC 材には、NC 1010 (C=0.10%) から NC 1055 (C=0.55%) に至る 10 種類の成分規格があるが、今回、試験出鋼を行ない、確性試験を実施した。鋼種は Table 1 に示す種類である。

NC 材の生産割合としては、一般に炭素含有量の高い鋼種が多く、また品質的には、主として機械部品に使用されるために、表面性状の良好なことと共に、内質良好な鋼が要求される。したがって一般的な鋼塊欠陥として知られている非金属介在物、偏析、パイプおよび表面欠陥などについては特に留意しなければならない。

### III. 溶 製 状 況

今回の NC 材試験出鋼に当つては、内部欠陥、特に介在物の減少に留意して、二重定盤を使用し、放射状 4 本立の下注を行ない、押湯付き 6 t 鋼塊に造塊した。このため、高温出鋼が必要となるが、あまり製鋼時間を延長せず one-slag 法で、高炭低磷に吹止めるよう、吹錬に当つては、以下の点に注意した。

1) 造塊時の湯上り状況を良好にするため、高温出鋼を行なった。

2) 脱磷を良くするため、完全な catch carbon は行なわなかつたが、終点 C をできるだけ高くするようにした。

3) 加炭および脱酸により生ずる復磷を予想して、終点 P をできるだけ低くするようにした。

4) 平常作業の際の作業を単純化し、製鋼時間を短くするため、二重鋼滓法は行なわなかつた。

5) 以上の方針に基き、具体的処置として、つぎの諸点を採用した。

- i) 低圧吹錬
- ii) 螢石の多量使用
- iii) 高塩基度吹錬
- iv) Fe-Si 昇熱法による急速昇熱