

Longitudinal section						
Flowing rate (kg/min)	170	170	150	170	200	170
Note	Change of size of carved part (small) (large)		Stopping condition of stopper head brick (large) (middle) (small)			Unbalanced stream casting (right size)

Fig. 4. Longitudinal section of nozzle brick after casing (Nozzle : No B in Table 1)

場合、ストッパーの絞り程度は少なくなる。ノズル上層部、および“湯のかえり”部分の溶損は絞り程度を強くすると大きくなる。また、最後の図から、少しのストッパー偏心で溶損された方に大きく影響することが認められる。以上のことは、ノズルとストッパーの相互位置、鑄造条件、ノズル口径の選定の重要性に結びつく。

3. 結 言

中炭素鋼を対象に種々の材質のノズル煉瓦を使用し、比較試験を行なった結果、下記の事項が認められた。

- 1) 種々のジルコン質ノズルを使用した結果、 $ZrO_2\%$ の減少とともに溶損率は増大する。一方、60%以上のジルコン質は、溶損率においてジルコニア質に匹敵する。粘土質、高アルミナ質などは ZrO_2 系ノズルに比べ溶損率は大きい。クロム処理、およびSiC添加によつてある程度の耐溶損性の向上が認められた。
- 2) ノズルの溶損は、ストッパーの絞り、偏心、およびノズル形状により影響されることが大である。
- 3) Wettability ノズル内面付着状況は、ジルコン質、ジルコニア質は、他の材質より良好である。
- 4) 以上の試験結果と各材質のコストを考えた場合、高価なジルコニア質の使用は必要なく、普通のジルコン質でも十分使用に耐え、さらには、50%前後の ZrO_2 含有量のものでも満足な鑄造が得られる。
- 5) シャモット質の溶損は、ジルコン質、ジルコニア質よりかなり大きい、安価であること、逆に鑄込末期の温度低下、および内面付着物などによる口径縮小現象を相殺するという点などの利点がある。溶損物の鑄片表面欠陥に与える影響の点があると考えられ、さらに、これの使用試験を進めたい。
- 5) 使用前後における煉瓦の組織的研究、溶損特性および溶損生成物の鑄片表面性状に与える影響などの研究を今後、進めていくつもりである。

文 献

- 1) 斎藤：宗宮：レアナタル，No. 23, p. 42

一 討 論

【質問】 神鋼中研 鈴木 武

1. 実験に用いたノズル形状、大きさはA~I (9種とも)まで全く同じものを使用したものか、できれば寸法を知りたい。
2. Fig. 1のデータ erosion loss % で示された値は実験後のノズル界面に生じる変質層厚みを含むのか。

【回答】

1. Table 1に示した各種ノズル形状、大きさは全く同じものを使用しました。ただし、Fig. 4に示したようにノズル形状による溶損状況の究明に対しては、朝顔部の形状、寸法の相異なるものを使用した。

2. 実験後の溶鋼との接触面において、反応および焼結による変質層は必ず認められるが、溶損率にはこの厚みを含まない。

この変質層については、使用前後の煉瓦における組織的研究、溶損特性などの解明に考慮し、別途、試験を進めていくつもりである。

66.9.14.018.295:66.9.15.293-194
:66.1.888.2.621:66.9.15.293-198

(143) ニオブ添加鋼における添加剤としてのニオブカーバイドとフェロニオブの比較

東京工業大学 工博 田 中 良 平
(株)鉄興社

理博 林 瑛・川上 登・○福元順治郎

Comparison of Nb-Carbide to Ferro-Nb as a Adding Reagent in Nb-Added Steels

Dr. Ryōhei TANAKA, Dr. Akira HAYASHI
Noboru KAWAKAMI and Junjirō FUKUMOTO

1. 緒 言

最近、米国およびわが国において、0.05%程度の微量のNbを添加した引張強さ50~60 kg/mm²の高張力鋼が開発され、すでにかかなりの量が市販されている。これらの含Nb鋼製造にあたっておもに用いられているNb添加剤はFerro-Nbであるが、これは高価なAlを還元剤に使用すること、スラグへの有効成分の損失や強度の粉碎整粒にともなう手数およびサイジングロスなど生産性、経済性のうえで問題がある。また、これを溶鋼に添加した場合その比重(見掛比重8.2)が溶鋼より大きく鋼浴下に沈んでしまうため実際使用上とくに注意を要し、前記のサイジングの強化もこの点に関連して必要とされるわけである。

一方、ニオブカーバイド(以下Nb-Cと略記する)はその比重が若干小さい(見掛比重約5.4前後)ため、取鍋に添加しても底部に沈んで鑄込後に取鍋の底に残留するようなことがなく、またNb-C中の炭素がNbの酸化損失を防ぐなどの利点が考えられる。そこでこのNb添加剤としてのNb-Cの実用性を検討するため3kgおよび100kg溶解の規模で、その溶鋼への溶解性や歩留りを調査してFerro-Nb添加の場合と比較し、さらにこれらの鋼塊を熱間圧延して得た鋼材の組織や機械的性質についても検討した。

2. 試料および実験方法

2.1 Nb添加剤

本実験に使用したNb添加剤の化学組成はTable 1に示すとおりである。

2.2 溶解性試験

溶解性試験の場合は、Nb-CおよびFerro-Nbの両方とも放電加工により10×6×60mm(溶湯中浸漬部の長

Table 1. Chemical composition of Nb-adding reagents (%).

Nb-adding reagents	Nb	Ta	C	Si	Mn	Fe
Nb-C	60.15	5.27	10.1	—	0.77	19.9
Ferro-Nb	65.00	5.75	0.03	0.78	1.58	25.8

さ 45 mm), 15×15×65~85 mm (浸漬部40 mm) および 20×20×75 mm (浸漬部 60 mm) の角柱状に切り出したものを用いた。溶解は 3 kg の高周波炉を使用して、電解鉄と高純度鉄鉄 (3.85%C) を融解した後、Si および Mn で脱酸し、0.16%C, 0.06%Si, 1.20%Mn, Fe bal. の組成を目標に鋼浴を調整した。この鋼浴を 1580°C に保定し、前記の Nb 添加剤を垂直方向に浸漬して、10sec または 15sec 保持した後、取り出して空冷し、付着した鉄分を研削および塩酸処理で除去して溶け残った角柱の重量を測定し、浸漬部分の重量に対する溶解減量 (%) を求めた。

2.3 機械性試験用鋼材の調製

これに用いた Nb 添加剤の粒度は、Nb-C では 1~5 mm, 5~10 mm および 10~20 mm の 3 種類とし、また Ferro-Nb は 1~5 mm および 5~10 mm の 2 種類を用意した。溶解は 100 kg の高周波炉を使用して、溶解性試験の場合と同じ配合組成の鋼浴を調整し、鋼浴温度約 1600°C で取鍋または炉中に、0.06%Nb を目標として Nb 添加剤を添加し (添加量は Nb として 0.10%) 約 1 min 鎮静後、50 kg 角形鋳型に注入した。この鋼塊を縦割りにして、その一方の数個所で C および Nb を分析して偏析の程度を調べた。

鋼塊の他の一方は鍛造 (約 1000°C, 鍛造比約70%) により 25 mm 角のピレットとし、これを 1230°C 1hr 加熱して、厚さ 7~8 mm まで約 70% の熱間圧延を行なった。圧延終了温度は約 850°C に一定し、その後空冷した。この熱延材から平行部寸法 15×6×60 mm³ の引張試験片および 6×10×55 mm³ の V ノッチシャルピー試験片を多数切り出して実験に供した。供試材の代表的な化学組成を Table 2 に示す。比較のため Nb を添加しない鋼 A も同様の工程で用意した。

3. 実験結果

3.1 Nb-C および Ferro-Nb の鋼浴への溶解性

1580°C で 10sec および 15sec の試験で溶け残った Nb 添加剤の状況を Photo. 1 に、またそれらの溶解減量を Table 3 に示した。Nb 添加物の断面寸法が小さい場合は、Nb-C と Ferro-Nb の溶解減量にはほとんど差が認められない。しかし添加物の断面寸法が大きくなるにつれてその差が明らかとなり、たとえば 20×20×75 mm³ の (c) および (f) を比較すると 15sec で Ferro-Nb の溶解減量がわずかに 13% に過ぎないのに対し

Table 2. Chemical composition of steels used(%).

Mark	Nb-adding reagents	Nb	C	Si	Mn
A	—	—	0.153	0.09	1.32
B	Ferro-Nb	0.10	0.160	0.07	1.33
C	Nb-C	0.10	0.153	0.09	1.37

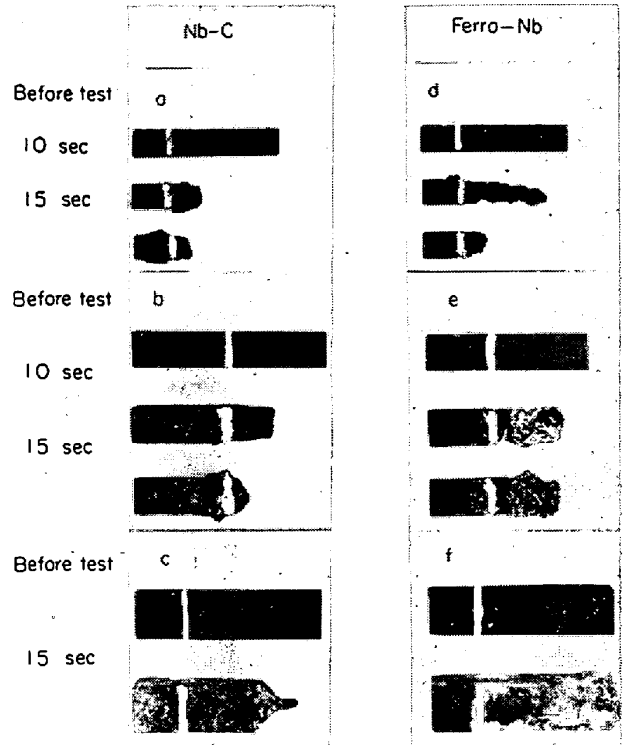


Photo. 1. Melting test of Nb-adding reagents into molten steel.

Table 3. Melting test of Nb-adding reagents into molten steel.

Nb-adding reagents	Mark	Volume of dipped part (mm)	Decrease in wt. of Nb-adding reagents (%)	
			10 sec dipped	15 sec dipped
Nb-c	(a)	10×6×45	68	75
	(b)	15×15×40	68	90
	(c)	20×20×60	—	43
Ferro-Nb	(d)	10×6×45	67	85
	(e)	15×15×40	56	58
	(f)	20×20×60	—	13

Marks : (a), (b) ... (f) are corresponded to marks in Photo. 1, respectively.

し、Nb-C はその 3 倍強の 43% がすでに溶解しており、Nb-C の溶解速度がかなり大きいことを示している。

3.2 Nb の歩留りおよび偏析

50 kg 鋼塊の各部で、C および Nb を分析した。その数例を Fig. 1 に示したが、Nb-C, Ferro-Nb のいずれの場合にも C はややばらついているが Nb の偏析はほとんど認められず、また各部の Nb% は 0.08~0.10% であつて配合値 0.10% に対して歩留りはほぼ十分であり、かつ Nb の添加剤の種類による違いはみられなかつた。

3.3 組織および機械的性質

3.3.1 組織

Nb が鋼の結晶粒を微細化する作用はアルミキルド鋼でもすでによく知られている^{1)~3)}が本実験でも鍛造材を 900°C × 1hr 焼準すると、Nb を含まない鋼 A のフェラ

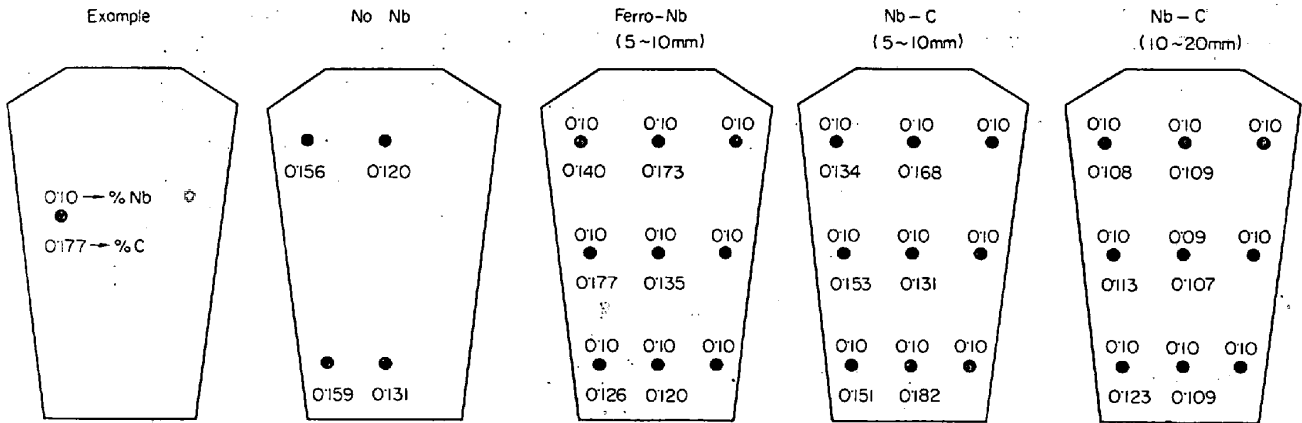


Fig. 1. Segregation of Nb and C in 50 kg ingots.

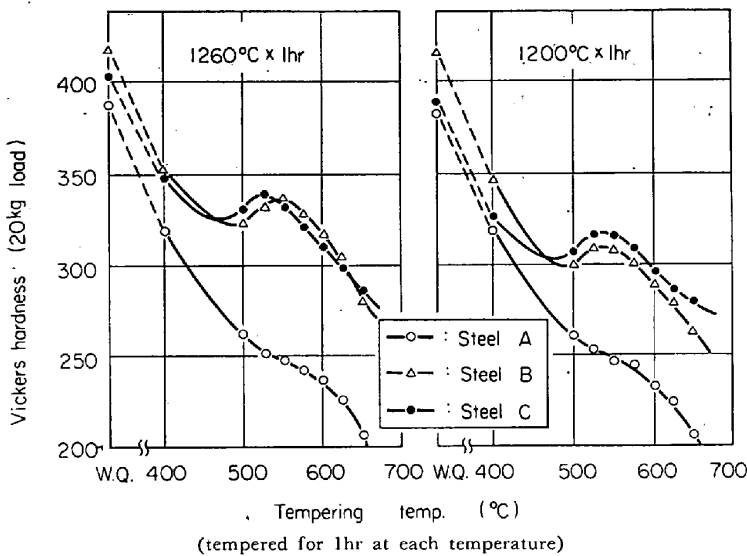


Fig. 2. Precipitation hardening of Nb treated steels.

イト粒度番号7に対してFerro-Nb添加のBおよびNb-C添加のCはともに9で細かく、かつBおよびCの組織には、ほとんど相異が認められない。圧延後空冷した板材についても同様である。なおBおよびCについて1230°C×1hr 水冷したものおよび熱間圧延後水冷または空冷した試料を10%塩酸アルコール中で電解分離(電流密度10mA/cm²)し、残渣のX線回折を行なったところ、いずれもNbCの回折線が認められた。この結果からNb約0.1%を含む本試料では1230°C×1hrの加熱はNbCの溶体化にとって必ずしも十分ではなかつたことが考えられる。成田ら⁴⁾はFe-Nb-C系でオーステナイト中へのNbおよびCの溶解積が

$$\log [\%Nb]_r [\%C]_r = -7900/T + 3.42$$

で表わされると報告しており、これに1230°CすなわちT=1503°Kを代入すれば

$$[\%Nb]_r [\%C]_r = 0.014$$

となる。すなわち、1230°Cでのr中への溶解度はNb 0.10%とすればCは0.14%程度に過ぎず、本実験ではMnなどの共存元素によつてNbおよびCの溶解度はさらに少し減少することが考えられ、1230°C溶体化でも少量のNbCが残存することはありうるものと考えられる。

3.3.2 焼戻し硬さ

各鋼を1100~1260°Cの各温度から溶体化焼入れ後、400~650°Cの範囲に焼戻して硬さの変化を調べたが、B、C両鋼の析出硬化挙動はFig. 2にみるように、多くの研究者⁵⁾によつて報告されているものとほぼ同様で、いずれも525~550°Cで最高硬度を示し、かつ溶体化処理温度が高いものほど、硬化が顕著となる。

3.3.3 機械的性質

A、B、C各鋼の機械的性質のうち代表的な数値をTable 4に示した。これらの数値はいずれの鋼も1230°Cから850°Cまで熱間圧延後空冷したままのものであるが、Nbを含まないAに比べてBおよびCはともにすぐれた機械的性質を有しており、かつ、これらの値は一般に報告されているものと同程度の値を示している⁶⁾。とくに降伏点の上昇は大きく降伏比が著しく増加しているが、Nb添加剤の違いによる

引張試験結果の差異は認められない。

また、シャルピー衝撃試験による遷移温度曲線をFig. 3に示した。便宜的に衝撃値が靱性状態の値より半減する温度で遷移温度を表わせばTable 4中に記入したように、Nbを含まない鋼Aの-70°Cに比してBおよびCはそれぞれ、-20°Cおよび-25°Cとなり、Nb添加

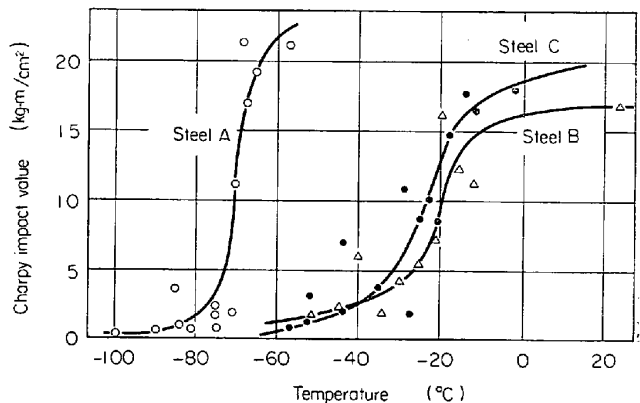


Fig. 3. Charpy impact test of hot rolled steels. (10 kg)

Table 4. Results of tension test and impact test.

Mark	Yield point kg/mm ²	Tensile strength kg/mm ²	Yield ratio %	Elongation %	Trans.* Temp. °C
A	38.3	51.0	75	41.1	-70
B	53.9	66.6	81	29.1	-20
C	55.0	67.1	82	27.7	-25

* Width of V notch charpy impact specimens: 6 mm

剤の相異による遷移温度の変化はほとんどないと考えてよい。なお熱延材の遷移温度が Nb 添加により高温側に移動することは、Vanvoris の結果⁷⁾とよく一致する。

4. 結 言

Nb 系高降伏点鋼の添加剤としての Nb-C の実用性を検討するため 3 kg および 100 kg 溶解の規模において、溶鋼への溶解性や得られた鋼塊および鋼材の種々の性質を調査し、Ferro-Nb 添加の場合と比較した。その結果 Nb-C は Ferro-Nb にくらべて鋼浴への溶解速度がかなり大きいことをみとめたが、Nb 歩留り、鋼塊中での偏析、鋼材の組織および機械的性質におよぼす影響などの点では Nb-C と Ferro-Nb との間に全く差の認められないことを確認した。

文 献

- 1) E. E. FLETCHER, A. R. ELSEA and E. C. BAIN: Trans. Quarterly ASM, 54 (1961), p. 1
- 2) I. M. MACKENZIE: Iron and Steel Inst., Special Report No. 81 (1963)
- 3) L. MEYER, C. STRASSBURGER and D. SCHAUW-INHOLD: Arch. Eisenhüttenw., 35(1964), p. 541
- 4) 成田, 小山: 鉄と鋼, 52 (1966) 4, p. 788
- 5) 金沢, 中島: 鉄と鋼, 52 (1966) 4, p. 792
- 6) 波木, 川井, 長谷部: 住友金属, 16 (1964) 2 April, p. 146
- 7) F. E. VANVORIS: Met. Progress, 82 (1962) 2, p. 84

669.15⁹24-198.046.546.2
;621.365.63.0 29.4

(145) 8t 低周波誘導炉による粗 Fe-Ni の脱硫について

(株)富山製鉄所

安田 汪・山本 隆夫
○岡田 良一・甲谷 裕

On the Desulphurization of Crude Fe-Ni in the 8t Low Frequency Induction Furnace

Hiroshi YASUDA, Takao YAMAMOTO
Ryōichi OKADA and Yutaka KABUTOYA

1. 緒 言

溶鉄の脱硫法としては弧光炉による方法のほかに、脱硫剤の粉末をガスで吹込む方法¹⁾²⁾や取鍋傾注法³⁾、回転炉法⁴⁾、振動取鍋法⁵⁾等があり、それぞれ一長一短がある。

その多くは熱源がなく温度降下が著しいので脱硫量に限度がある。

当所では 40 年 4 月より坩堝型低周波誘導炉の強い電磁攪拌力を利用して粗 Fe-Ni の脱硫を行なっているが、この方法では温度の調整が自由に行なわれるので脱硫量を大きくすることができ、0.5% を越える高硫のものから容易に 0.01% 以下に脱硫することができる。

以下にその操作方法について報告する。

2. 装 置

2.1 装置概要

設備の電力系統図および炉体断面と溶湯の運動状況を Fig. 1 に示す。

付属設備としては冷却水の自動温度調節装置、坩堝故障表示装置、自動力率調整装置、各種警報装置などがある。またライニングは酸性炉材のドライスタンプである。

2.2 攪拌力と湯運動

坩堝型誘導炉ではコイル電流による磁場と溶湯の誘導電流のために Fig. 1 に示したような湯の運動を生じ、湯面は盛上がり、強い攪拌作用が行なわれる。

この盛上がり高さは負荷電力に比例し、装入物の比重周波数に反比例するほか、コイルと湯面の高さにも関係する。湯がコイル面より低いと電力は全負荷がかからず、またコイル面より上部の湯は盛上りを抑制する。

また一般に溶解、保温の場合に湯の運動が激しすぎるとライニングの損耗を早めたり、湯が酸化したり、電力損失をきたしたりするので、運動を抑える必要があるが脱硫の場合は脱硫剤と湯の接触をよくするため湯運動が激しく攪拌されるほうがよい。

したがって湯量と目的に応じてコイルを切替えて使用する必要がある。

当所の炉における湯量と盛上がり高さおよび最高電圧使用時の負荷電力の関係を Fig. 2 に示す。この関係は坩堝の形状やライニングの損耗程度によつてちがってくる。

3. 操 業 方 法

溶材および冷材を所要量装入し、下側コイルで溶解してから上側コイルに切替え、最高 2 次電圧を使用して湯の盛上りを大きくし、脱硫剤をシュートで添加する。

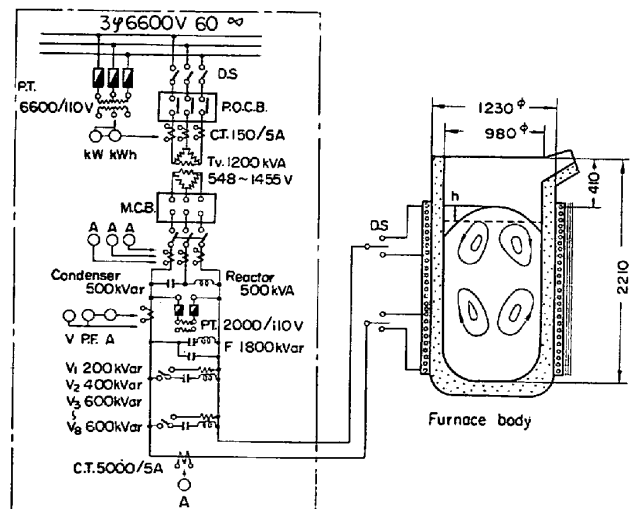


Fig. 1. Schematic diagram of 8t induction furnace.