

Fig. 4. Stirring velocity in 1000 kg arc furnace.

計算値は模擬炉の実験式を、1000 kg 炉の容積まで拡張したときの計算値 (V_e) と 50 kg 炉において得た $V_e = 0.85 V_e$ の関係から求めた速度 (V_e') である。実測値は溶滓の速度であるが、計算値は溶湯温度が 1600°C のときの溶湯速度を基に行なっているの、計算値と実測値との間には著しい相違がある。しかしこの場合にも、溶湯の速度は溶滓の速度よりもかなり早いものと観察され、さらに溶湯温度が 1600°C になれば、かなり計算値に近接すると考えられる。

なお 1000 kg 電気弧光炉において、成分の均質化、脱酸、脱硫試験などを行なった結果によれば、溶解電流が 5000 A の場合に、励磁電流 200~300 A で十分な効果が得られた。励磁電流 200 A のときの計算値は Fig. 4 によれば 320 mm/sec 程度であるので、攪拌装置を設計する場合には、実験式を用いて、速度が 300 mm/sec になるように起磁力を決定すれば十分な効果が期待できる。

5. 結 言

容量 50 kg, 1000 kg の電気弧光炉と、これの模擬炉を作つて、攪拌速度におよぼす負荷電流、起磁力、炉容積の影響を調べた結果、下記のことが判明し、攪拌装置を設計する際の資料を得ることができた。

- (1) 実験式 $V_e = C/V^\alpha \times U^\beta \times I_L^\gamma$
 V_e : 溶融金属の速度, I_L : 負荷電流,
 V : 溶融金属の容積, U : 起磁力
 C, α, β, γ : 定数
- (2) 実際の溶湯においては、実験式より求めた計算値のほぼ 80% 程度の速度が得られた。
- (3) 溶湯を攪拌する場合に必要な起磁力は、(1), (2) の関係より、300 mm/sec の速度が得られるように決定すれば十分である。

本研究に際してご指導いただいた、東北大学村上孝一助教授、高橋実教授に深く感謝いたします。

本研究の一部は、昭和 39 年度通産省工業化試験補助金の交付を受けて実施したもので、ここに付記して謝意を表する。

文 献

- 1) P. E. HAMMARLUND: Paper read at the Fourth International Congress on Electro-Heat at Stresa, 25-29 May, 1959
- 2) 齋藤, 島貫: 東北大学選鉱製錬研究所報告, 第115号, 第139号, 第222号
- 3) R. D. THOMAS and D. M. CALABRESE: Westinghouse Engineer, Sept, 1960

621.746.047:621.746.395.4
:666.764.

(142) 連続铸造用タンデッシュノズルについて

北日本特殊鋼, 八戸工場
 工博 小池伸吉・○日景 徹・渡部十四雄
 On the Tundish Nozzle Brick for Continuous Casting

Dr. Shinkichi KOIKE, Touru HIKAGE and Toshio WATANABE

1. 結 言

連続铸造で使用する耐火物の中で、タンデッシュノズル煉瓦は、铸造を円滑に行なうためには次の条件が必要と考えられる。

ノズル口径の拡大や閉塞が起こらないこと、すなわち、口径の変化が少ないことである。そのためには

- 1) 溶鋼に溶損されることが少ない。
- 2) ノズル内面には付着物が生じない。
- 3) 溶鋼とノズルの Wettability (濡れ) が少ない。

現在、連続铸造では、ノズル材質として、ジルコニア (ZrO_2)、ジルコン (ZrO_2, SiO_2)、マグネシア (MgO) 粘土-黒鉛質 ($C-Al_2O_3-SiO_2$) 高アルミナ (Al_2O_3, SiO_2) などが铸造鋼種、使用条件の相違によつて、上記条件を満足せしめるよう、種々選択使用されている。

筆者らは、純酸素上吹転炉にて溶製した 0.3%~0.8% C の中、高炭素鋼を対象に、種々の材質のノズル煉瓦を使用して、比較試験を実施したので報告する。

2. 試 験 結 果

Table 1 に比較試験に用いたノズル煉瓦の化学成分、物理的性質を示した。使用したノズル煉瓦の口径は、22~24 mm ϕ である。

Fig. 1 にノズル煉瓦の使用状況を示す。鑄片サイズは 115 mm ϕ , 165 mm ϕ であり、コストランドで 8~15 t の溶鋼を铸造する。

铸造鋼種は、純酸素上吹転炉で溶製した 0.3%~0.8% C の中、高炭素鋼 (Al 0.4 kg/t 取鍋添加) で、铸造前後におけるノズル煉瓦の溶損率、および溶損状況、すなわち、溶損されたノズル断面状況、铸造時における溶鋼流の観察などについて調査した。

なお、溶損率は、ノズル口垂直部 3ヶ所の铸造前後における口径拡大率で示した。

Fig. 2 に各種ノズル煉瓦を使用した場合の溶損率を示した。図よりわかるように ZrO_2 系ノズルについては $ZrO_2\%$ の減少にともない溶損率は増大する。

60%以上のジルコン質はジルコニア質とほとんど同一

Table 1. Quality of nozzle brick for testing.

Nozzle No.	Quality	Chemical composition %					Porosity %	Bulk density	Cold crushing strength kg/cm ²	Load softening point [T ₂]
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	ZrO ₂				
A	Zirconia	0.75	0.64	0.41	—	92.25	23.7	—	700	—
B	Zircon	32.60	tr.	0.42	—	66.82	22.3	4.58	1100	>1700
C	"	40.0	4.0	—	—	53.0	12.7	3.97	—	—
D	"	49.9	15.1	—	—	29.6	16.1	3.25	515	1405
E	"	54.2	21.5	—	—	18.2	15.1	2.91	661	1465
F	Eire clay	64.0	31.3	—	—	tr.	17.0	2.49	351	1390
G	Zircon*	31.5	—	—	—	62.7	21.3	3.38	810	1590
H	Fire clay with graphite**	18.76	57.13	1.98	0.41	tr.	19.3	2.45	500—670	1570
I	High alumina	31.0	65.5	1.25	—	tr.	19.0	2.32	550	1510

* 5.5% Cr₂O₃ contained ** 18.87% SiC contained

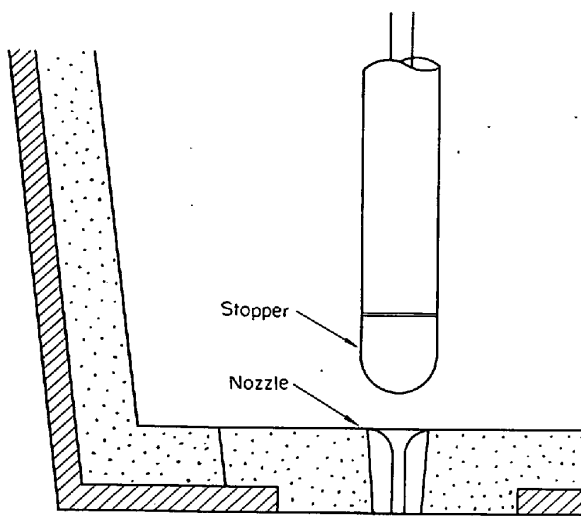


Fig. 1. Tundish brick for continuous casting.

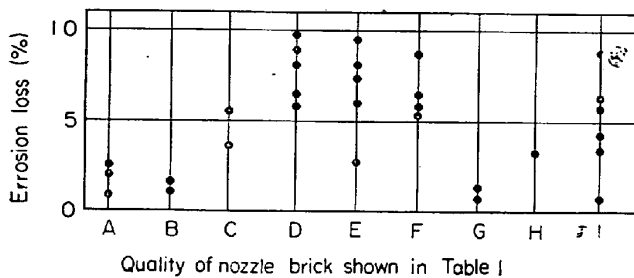


Fig. 2. Reference between quality of nozzle brick and erosion loss.

の溶損率を示す。ジルコン質にクロム処理したノズルは溶損率の減少が認められた。

シャモット質、およびそれに類似の組成を有するノズルの溶損は大きく、特に高温鑄込に際して、それが顕著である。ノズル材質D、Eはジルコン質煉瓦といえようがこの場合、Fig. 2で認められるように溶損は大きく、粘土質に比較してさほどの耐食性の向上はなく、溶損による口径拡大に伴う流量の変化を重視しなければならない場合、適正なノズルとは考えられない。

高アルミナ質ノズルの溶損率については数値的にバラツキているが、全体的に見ると溶損は大きい。また、高アルミナ質は、ノズル内面に付着物の生成が多く、口径

が小さくなり、ノズル閉塞の傾向が強い。さらに、当試験に使用した高アルミナ質ノズルは、材質の粒度が大であったことから溶損面が凹凸状態を呈し、溶鋼流は乱流の傾向を示した。かかる状況は粘土質の場合にも認められる。粘土-黒鉛質ノズルは使用個数が少なかったことからはつきりしたことはいえないが、溶損は比較的大きく、高温鑄込の場合、その程度が大きいに思われた。wettability、すなわち溶鋼のノズル内面への濡れ、およびスカム、脱酸生成物などの付着程度について、今回は観察的にてあるが ZrO₂系ノズルの場合比較的良好の結果を示しつつ粘土-黒鉛質、粘土質、高アルミナ質の順に多くなるようである。

Fig. 3に鑄込時間、鑄込温度と溶損率の関係、Fig. 4に縦断面から見た溶損状況を示す。Fig. 3、Fig. 4共使用ノズル材質は Table 1におけるNoBを使用し、ノズル口径は 24 mm φ、鑄造鋼種は中炭素キルド鋼で、Fig. 4の場合、鑄込温度は 1510±10°C、鑄込時間を30~34 minとした。Fig. 3から当然考えられるごとく、鑄込温度が高い程、また、鑄込時間の経過に伴い溶損率の増大が認められる。Fig. 4のどの場合を見ても、ノズルの中央部付近で円心円的に大鼓状に溶損されている。これは溶鋼が朝顔部に流入し、次第に絞められて丁度、ノズル中央部位のところで壁にぶつかりえぐられるためであろう。俗にいう“湯のかえり”である。ノズルの朝顔部のRを大きくした場合が右図であつて、図から中央部の湯のかえりの溶損は減少を示した。ストッパーの絞り程度は、鑄込速度を3通りにわけて行なつてみた。すなわち、同一ノズル径において鑄込速度を速くしていった

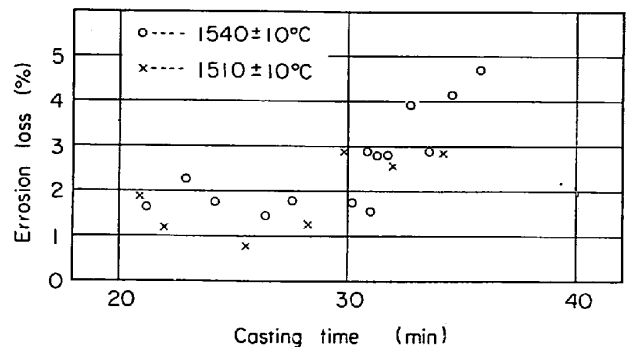


Fig. 3. Reference between casting time and erosion loss (Nozzle : No. B in Table 1)

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んでいない。

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