



Fig. 2. Flow pattern in the mould at top pouring.

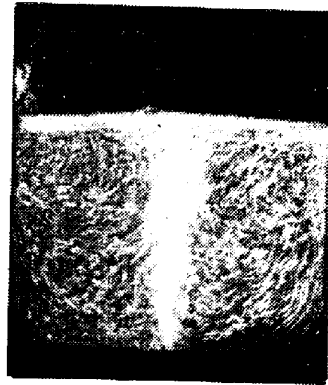


Fig. 3. Flow pattern in the mould at bottom pouring

到達深さ H は次式であたえられる.

$$H = 6.5 \frac{(v d)^{3/4}}{g^{1/3} \nu^{1/12}} \dots \dots \dots (1)$$

- H : 到達深さ cm
- d : ノズルの口径 cm
- v : 噴出速度 m/s
- ν : 流体の動粘性係数 cm^2/s
- g : 重力加速度 cm/s^2

(2) 上注ぎの場合の空気のまきこみ量 Q は, 次式であたえられる.

$$Q = 6.65 \times 10^2 (v d)^{3/2} \sqrt{\frac{\mu h}{\sigma}} \dots \dots \dots (2)$$

- Q : まきこみ空気量 cc/s
- d : ノズルの口径 cm
- v : 噴出速度 m/s
- μ : 流体の粘性係数 $\text{g}/\text{cm s}$
- h : 落下距離 cm
- σ : 流体の表面張力 dyne/cm

IV. 考 察

1 (1) 式であたえられる到達距離 H には, 鑄型の大きさと落下距離はふくまれていない. 鑄型の大きさは, 注入流の大きさに比して充分大きいために影響はなく, 落下距離は, 一般に 1 m 程度で, この間に増加する速度は小さく, 噴出速度とおなじ速度で液面に衝突すると考えてよいのである.

(1) 式の左右の次元は一致している. この式を熔鋼の場合にあてはめるならば, $\nu = 0.0024 \text{cm}^2/\text{s}$ として

$$H = 10.8 (v d)^{3/4} \dots \dots \dots (1')$$

となる. もし, $d = 4.5 \text{cm}$, $v = 5 \text{m/s}$ とすれば

$$H = 112 \text{cm}$$

となり, 上注ぎの場合には, 湯が鑄型の高さの半分位まで溜まる間, 注入流の先端はそこについているものと推

定される.

2 空気のまきこみ量をあたえる (2) 式で, 左右の次元は一致している. この (2) 式を熔鋼の場合に適用してみると,

$$\mu = 0.0159 \text{g}/\text{cm s}, \sigma = 970 \text{dyne}/\text{cm} \text{ として,}$$

$$Q = 2.69 (v d)^{3/2} h^{1/2} \dots \dots \dots (2')$$

となる.

これをもちいて, 上注ぎの場合のまきこみ空気量と熔鋼の体積の比 γ をもとめてみる. ノズルと鑄型の底および上面との距離をそれぞれ h_0 , h_1 とすれば,

$$\gamma = 0.023 \sqrt{\frac{v}{d} \frac{h_0^{3/2} - h_1^{3/2}}{h_0 - h_1}} \dots \dots \dots (3)$$

となる. これに, $d = 4.5 \text{cm}$, $v = 5 \text{m/s}$, $h_0 = 230 \text{cm}$, $h_1 = 30 \text{cm}$ をいれると,

$$\gamma = 0.41$$

がえられる.

Brower らは, 出鋼時において, 熔鋼がその体積の 30 倍に達する空気と反応しており, それは空気のまきこみによるものと推定しているが, この推定と (2) 式からの結論とは大きくへだつている.

V. 結 言

注入流の到達深さ H をあたえる (1) 式およびまきこみ空気量 Q をあたえる (2) 式は, いずれも流体の密度, 粘性, 表面張力などを考慮しながら, 次元的にも満足するようにもとめたものであるが, 高温で反応性にとむ熔鋼の場合に, 使用にたえ得るものであるかないかは, 熔鋼をもちいてたしかめてみなければならない.

(41) ノズル形状による熔鉄ジェット
の安定性

(出鋼造塊時の熔鋼流の状況について—Ⅲ)
On the Stability of Molten-Iron Jet
through Various Shapes of Nozzles.
(Hydrodynamics of molten steel at teeming
or tapping—Ⅲ)

Yosaku Koike, et alii.

富士製鉄, 釜石製鉄所

○工博 小池 与作・武藤 陽道
大久保惣三郎

I. 緒 言

ノズルより流出する熔融重金属の流れの状況がノズル入口側の head やノズル形状によりいちじるしい変化

のあることを水や水銀により 10mm 径のノズルを使用して実験した。前回はその実験結果および 20mmφ ノズルによる熔鉄流出実験の一部について報告した。今回は以上の予備実験の結果により大形取鍋に一般に実用されている 40mmφ ノズルにつき特殊形状のものと普通のもの二種類を製作し、約 4 t の熔鉄を使用してその流出性能を試験した。また 20mmφ ノズルについても引き続き実験した。

II. 実験方法

特殊形状および普通形状の 20mmφ ノズル Fig. 1 (1), (2) (図省略会場にて掲示) のごとく設計製作した。また 40mmφ ノズルについても同様に比較実験のため製作したものが Fig. 2 (1), (2) である。

すなわち Fig. 1 (1) および Fig. 2 (1) に示すノズルは入口側にテーパーをつけたことおよびノズル孔の平行直線部をできるだけ短くしたものである。またノズル耐火物は熔鉄流出による浸蝕変形を防止するため高 Al₂O₃ 製のものを使用した。

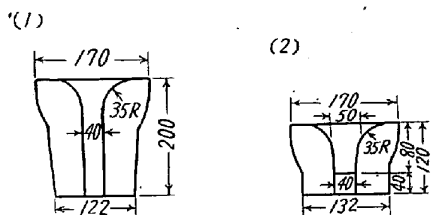


Fig. 2.

この実験においてはノズルの形状を重要視したので注入過程にノズルが変形しないため比較的融点のひくい熔

鉄について試験をおこなった。

Fig. 3 はその装置の概要を示す。流出し始めてより流出終了まで 10s~60s おきに露出時間 1/1800s, しぼり f5.6, フィルター PO1 にて熔鉄流の状況を逐次撮影した。撮影距離は 430cm とした。またノズルは全開し、ストッパーの lift (ノズルとストッパーとの間隔) は 55mm であつた。これだけの lift があればその微少の差異は流出状況には影響しない。

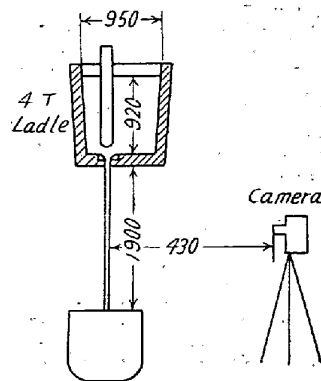


Fig. 3.

III. 実験結果

第 1 次実験は実験番号 1~7 で 20mmφ ノズルを使用したものである。第 2 次実験は実験番号 11~18 までのもので、このうち No. 11~No. 16 までは 40mmφ のノズルを使用したものであり、No. 17~No. 18 は前の実験に使用したものと同様の 20mmφ ノズルを使用したものである。実験に使用した熔鉄の化学成分は Table 1 のごとく、おおむね C 3.5~3.80% Mn 0.43~0.52% Si 1.30~1.80%, P 0.07~0.10%, S 0.050~0.070% のものであつた。(Table 1 略) 鉄鉄の熔解は cupola によりおこなつた。

また流出試験径過は Table 2 のとおりである。

第 1 次実験のうち、実験番号 No. 1~No. 5 までは同

Table 2. Process of flowing tests.

Experiment number	Nozzle form and number		Tapping temp. °C (op. py.)	Time to test after tapping (mn-sec)	Time during flow-test (mn-sec)	Interval of photo (sec)	Nozzle dia. (mm)
I	Specially designed	No. 1	1430	2'30"	13'20"	10~30	20
		No. 4	1420	3'05"	13'25"	10~30	20
		No. 5	1430	5'05"	13'20"	10~30	20
		No. 6	1400	2'55"	12' 0"	10~30	20
	Normally designed	No. 2	1430	3'40"	15'45"	10~30	20
		No. 3	1420	4' 0"	15'40"	10~30	20
		No. 7	1410	3' 5"	13'50"	10~30	20
II	Specially designed	No. 11	1406	3' 0"	3' 0"	15~30	40
		No. 13	1417	3' 0"	2'55"	15~30	40
		No. 15	1406	3' 0"	2'55"	15~30	40
		No. 17	1420	3' 0"	12'15"	30~60	20
	Normally designed	No. 12	1417	3' 0"	3' 5"	15~30	40
		No. 14	1425	4'30"	3' 0"	15~30	40
		No. 16	1420	3' 0"	3' 0"	15~30	40
		No. 18	1410	3' 0"	12'40"	30~60	20

一時期の取鍋を使用した。したがって同一 head にたいしては熔銑量はほとんど同一であつた。No. 6, No. 7 は取鍋ライニングを張り換えたため同一 head にたいして熔銑量はかなり少なくなつてゐる。また第2次実験は同一時期の取鍋を使用したので同一 head に対する熔銑量はおおむね一定と考えられる。第1次実験における20mmφの特殊ノズルおよび普通ノズルによる各注入時機における熔銑流を撮影したものの一例をPhoto.1の(1), (2) およびPhoto.2の(1), (2) に示した。Photo.1は特殊ノズルNo. 1, No.6 またPhoto.2は普通ノズルNo. 2, No. 7 について撮影したものである。また第2次実験における40mmφの特殊ノズルNo.11, No.

13 および普通ノズルNo.12, No.14 による各注入時機の熔銑流を撮影したものをPhoto.3の(1), (2) およびPhoto.4の(1), (2)に, また20mmφの特殊ノズルNo.17 および普通ノズルNo.18 による実験結果をPhoto.5の(1), (2) に示した。(Photo.略)

Photo. 1, Photo. 2 に撮影された(a)~(e)各jet およびPhoto. 3, Photo. 4 における(a)~(g)など各jetの流出始めより撮影瞬間までの時間の一例をTable 3 に示した。Table 3 よりPhoto. 1~Photo. 5 における各jet は同一径のノズルに対しては何れも取鍋内熔銑headがおおむね同一時機に撮影されたことがわかる。

Table 3. Time when molten iron-jets were photographed.

Marks of jets photographed	Time Nozzle No.	Time to photograph from the beginning of flowing tests (mn-sec)					
		(Special) No. 11	(Special) No. 13	(Normal) No. 12	(Normal) No. 14	(Special) No. 17	(Normal) No. 18
(a)		0'15"	0'15"	0'15"	0'15"	0'30"	0'30"
(b)		0'45"	0'45"	0'45"	0'45"	2'00"	2'00"
(c)		1'15"	1'15"	1'15"	1'15"	4'00"	4'00"
(d)		1'45"	1'45"	1'45"	1'45"	6'00"	6'00"
(e)		2'30"	2'30"	2'30"	2'30"	8'00"	8'00"
(f)		2'45"	2'45"	2'45"	2'45"	11'00"	11'00"
(g)		3' 0"	2'55"	3' 0"	3' 0"		
Total time of test		3' 0"	2'55"	3'05"	3' 0"	12'15"	12'40"

Table 4. The stream condition of molten iron judged from photographs.

Nozzle dia (mm)	Nozzle type	Nozzle No.	Time during turbulent flow (begin/end)	Time during laminar flow (begin/end)	Time during dripping flow (begin/end)	
40	Specially tapered	No. 11	0	0	2'45"	
		No. 13	0	2'30"	3' 0"	
		No. 15	0'15"	0'15"	2'45"	
	Normally designed	No. 12	0	1'15"	1'30"	2'45"
		No. 14	0	0'30"	0'45"	3' 0"
		No. 16	0	1'15"	2'30"	3' 0"
20	Specially tapered	No. 17	0	0	8' 0"	
		No. 1	0	7' 0"	12'15"	
		No. 6	0	0	9' 0"	
	Normally designed	No. 18	0	0	8'30"	13'20"
		No. 8	0	7'30"	0	8' 0"
		No. 7	0	0	7'30"	12' 0"
		No. 18	0	0	6' 0"	
		No. 8	0	5' 0"	12'40"	
		No. 7	0	0	6' 0"	
			0	5'10"	13'45"	
			0	0	5'30"	
			0	4'30"	13'50"	

また 20mm ϕ および 40mm ϕ いずれのノズルの場合も特殊ノズルならびに普通ノズルはそれぞれ同形のものであつた。同一形状のノズルで同一 head であつても流出 jet の形状はわずかの周囲の条件の差によりかなり大きなばらつきがあつた。

各実験番号についての撮影写真により乱流から層流へ、また層流から滴下流への遷移の状況の概要を調査すると Table 4 のとおりである。わずかの乱流の程度の写真判定はかなり困難であるが、前回報告の水銀実験の例では、jet の写真判定ではほとんど区別できない程度の乱流でもすでに空気の巻き込みはかなりはげしく起つていた。

滴下流については明らかに写真判定が可能であり、また 20mm ϕ ノズルの場合は予想以上にその範囲が大であつた。

IV. 結 言

20mm ϕ および 40mm ϕ の実用ノズルを使用し、熔鉄の流出実験を行つた結果おおむねつぎの結論が得られた。

(1) 40mm ϕ の特殊ノズルは普通ノズルに比して高い head (900mm) における乱流の範囲が相当にせまく、920mm head の取鍋より注入の場合はほとんど大部分が層流であつた。40mm ϕ 普通ノズルの場合は head 700mm 以上ではかなりの乱流が認められている。

(2) 低い head における層流により滴下流への遷移は 40mm ϕ の特殊ノズルと普通ノズルとの間にはほとんど差異を認めないが、特殊ノズルの方がやや良好のようである。

(3) 20mm ϕ ノズルの場合は高い head における乱流は両ノズルともほとんど認められなかつた。

(4) 20mm ϕ ノズルの場合、層流より滴下流への遷移は特殊ノズルは普通ノズルに比して良好であつた。特殊ノズルの場合は取鍋内 head 200mm より、また普通ノズルの場合は 340mm より滴下流となる。

以上の事柄は Fig. 4 (Fig. 4 略) に示すごとく前回水銀による基礎実験としてすでに報告した jet の特性曲線とよく一致している。

また今回の熔鉄流出実験では最高 head 920mm まで試験したが、平炉用大型取鍋では 2m 以上の head におよぶものがある。かかる高 head より流出する jet の安定性におよぼすノズル形状、注入操作の影響などを明らかにする必要があるのであるが、そのためにはなお幾多の未解決の問題が残っている。ここでは一応今までの実験結果よりノズル、取鍋の構造、取扱いなどについて

2, 3 の意見をのべることにした。

(42) 熔鉄の窒素吸収におよぼす C, Si および Mn の影響

(熔鉄の窒素吸収について—I)

Effects of Carbon, Silicon and Manganese on the Absorption of Nitrogen by Molten Iron.

(Absorption of nitrogen by molten iron—I)

Yoshitaka Nakagawa, et alius.

日本製鋼所, 室蘭製鉄所

前川 静弥・○中川 義隆

I. 緒 言

製鋼過程における熔鋼中の N の挙動は重要であつて、2, 3 の鋼種においては N 量の調節を必要とする場合もある。またオーステナイト結晶粒度にも大きく影響することは周知のごとくである。熔鉄中の N の吸収についての研究はかなり発表されているがその結果は必ずしも一致していない。

筆者らは多成分系熔鉄の N の吸収について調査する目的でまず純鉄, Fe—C, Fe—Mn, Fe—Si 系熔鉄の N の吸収を測定した。本報告においてはこれらの測定結果について報告する。

II. 実験方法

(1) 要 旨

一気圧の N₂ ガス雰囲気中で熔鉄を保持し、一定時間ごとに試料を吸引採取し、これを分析して N の吸収量を求めた。

(2) 装 置

装置は A ガス H₂ ガスおよび N₂ ガス清浄装置と Fig. 1 に示すごとく反応管より成つている。

ガス清浄は濃硫酸→クロム硫酸混液→アルカリピロガロール液→還元銅炉→苛性カリ→五酸化リンの系列よりなつている。

N₂ の脱酸のためにはごく少量の H₂ をあらかじめ混合し上の系列の他に白金アスベスト炉を通した後苛性カリ→五酸化リンを経て反応管に導入した。

反応管は透明石英管製で高アルミナ質坩堝によつて保護した電融アルミナ質坩堝 (内径 30mm 高さ 50mm) をおさめ、この中で試料を高周波炉 (水銀ギャップ式 10 KVA) で熔解した。

分析試料は図に示すごとく二重摺り合せ注射管の内管の先に取付けた内径 3~4mm の不透明石英管製試料吸