

.....
論 文
.....

UDC 621.746.27.047 : 669.14.018.8

快削ステンレス鋼の連続铸造について*

岸田寿夫**・品川 丞**・石塚 久雄**
・小沢 正俊**・早川 静則**

Continuous Casting of Sulfur Type Free-Machining Stainless Steel Blooms

*Toshio KISHIDA, Susumu SHINAGAWA, Hisao ISHIZUKA,
Masatoshi OZAWA, and Shizunori HAYAKAWA*

Synopsis:

Free-machining stainless steel containing sulfur has been continuously cast in square shape of 165 mm × 165 mm and its surface grade and hot-workability as well as mechanical property have been tested under various casting conditions.

The results are summarized as follows;

(1) The increase in sulfur content in the range 0.014 to 0.32 wt% decreased the surface quality. The number of transverse cracks on the surface depended on the property of mold powders used. The mold powders with slow melting property and low viscosity after melting decreased remarkably the number of the surface cracks.

(2) The number of the longitudinal cracks was related to the carbon content and to the secondary cooling rate. When the carbon content was more than 0.09 wt% and the secondary cooling rate was 0.8 l/kg, internal cracks have been observed in the as-cast blooms.

(3) Surface smoothing by mechanical polishers was very effective for the improvement of the hot-workability of the cast blooms. A deep oscillation mark behaved as a notch upon hot rolling. A successful hot-rolling was practiced, only when the ratio of manganese content to sulfur content was more than 9.0 and the oxygen content was less than 130 ppm.

(4) The bars hot-rolled from the blooms continuously cast showed same mechanical properties as the conventional ones. Because the forging ratio of the continuous-cast bars is smaller than that of the conventional ones, the non-metallic inclusions are not elongated and thus, the former has shown the better machinability.

(Received Feb. 18, 1974)

1. 緒 言

1972年3月、日立造船(株)-Demag式の全湾曲型ブルーム連続铸造機(10m^R, 1ストランド)を大同製鋼(株) 渋川工場に設置し、ブルームサイズにおける特殊鋼の連続铸造操業技術の研究に着手した。

連続铸造機の稼動当初は、18-8ステンレス鋼を主体に铸造経験を重ね、現在までに約1000ヒートのステンレス鋼(オーステナイト系、フェライト系、マルテンサイト系)および構造用鋼(炭素鋼、強靱鋼、バネ鋼)を、165φ、150×230□、230×320□mmのブルームサイズに铸造し、熱延バー材およびシートバー材に製品化してその品質を調査してきた。

オーステナイト系ステンレス鋼は、凝固過程での冷却速度に対し比較的割れ感受性が低いため、急速凝固に近い連続铸造法でも比較的製造が容易とされ、すでに各社

にて実用化されている。しかし快削性を要求されるオーステナイト系含Sステンレス鋼の連続铸造による製造は、割れ感受性が高いためきわめて難しく、その铸造実績が少ないのが現状である。

筆者らは、J. I. S. SUS 303 快削ステンレス鋼の連続铸造法による製造を研究するために、165φ小断面サイズによる試験铸造を約1500tおこない、おもに表面品質および製品段階での諸性能について、一般鋼塊より製造した材料と比較検討をおこなった。

2. 操 業 条 件

15t電気炉で精錬された溶鋼を、取鍋で数minアルゴンガスで攪拌後、Table 1に示す铸造条件で浸漬管を

* 昭和49年2月18日受付

** 大同製鋼(株)渋川工場

Table 1. Continuous-casting conditions of experimental heat.

Bloom size	165×165 mm
Casting temperature	1 460~1 480°C
Casting speed	1.0~1.4 m/min
Water flow of mold	1 400 l/min
Water flow of secondary cooling	0.6~0.8 l/kg

使用してパウダーキャストをおこない 165φのブルームにしたのち、Fig. 1 に示す工程によつて65~13φサイズの熱延バー材を製造した。

試験に供した溶鋼の化学成分値の1例を Table 2 に示す。供試鋼は、0.150~0.200%と0.200~0.350%の二水準のS含有率を有する快削ステンレス鋼と、熱間加工性を比較するためにS含有率の低い SUS 304 鋼を選んだ。

3. 連続鋳造した SUS 303 の品質

3.1 ブルームの品質

3.1.1 マクロ組織および成分偏析

ブルーム断面のマクロ性状および成分偏析傾向を調査するため、二次冷却水量 0.7 l/kg-Steel、過熱度 40°C (タンディッシュ内温度) で鋳造された試験ヒートのマクロ組織の1例を Photo. 1 に、サルファープリントの1例を Photo. 2 に、断面の化学成分の変化の1例を Table 3 に示す。

比較的ソフトな二次冷却で鋳造された供試材のマクロ

組織では中心部の偏析が高く、またV偏析の存在することが示される。サルファープリント例によると柱状晶領域は黒つぼく正偏析傾向に、デンドライト状等軸晶領域では白つぼく負偏析傾向にある。これは未凝固残溶鋼の流動現象による偏析と推定される。この中心偏析は、製品の性能に悪影響を与えるため、後述の内部割れ対策を十分考慮したうえで二次冷却水量を0.8 l/kg程度まで増加することによりマクロ組織を改善することが可能である。

3.1.2 非金属介在物

ブルームの横断方向(厚み方向)における介在物の清浄度について、表層から中心部までの各部位を調査し、Fig. 2の結果を得た。

硫化物系介在物の分布は、ブルームの湾曲上面側は正偏析に下面側は負偏析の傾向を示しており、これは一般に湾曲型連続鋳機で認められる傾向と一致している。とくに下面側の中央部デンドライト状等軸晶領域の負偏析傾向は、前述のS成分偏析に比較して強く認められた。連続鋳ブルームで認められる MnS 系の A 型介在物の形態は、Type 1 であるが、この MnS の変形能に関しては、MnS 中の [O] 含有量によつて、その変形能が異なると言われている¹⁾。連続鋳ブルームは、後述のごとく表面品質が悪く、また熱間加工性も劣ることから、MnS 介在物の変形能を改善する必要があり介在物中の [O] 含有量を支配する溶鋼の [O] の制御が重要である。

酸化物系介在物の分布は傾向が認められず、介在物の大きさも 20~30μ程度と小さく、地疵性欠陥となるほどの問題とはならなかつた。

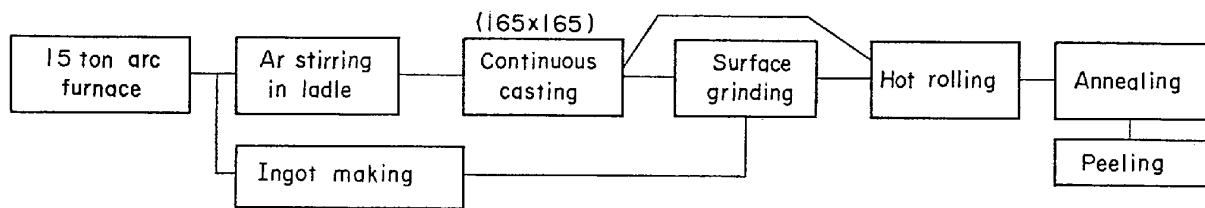
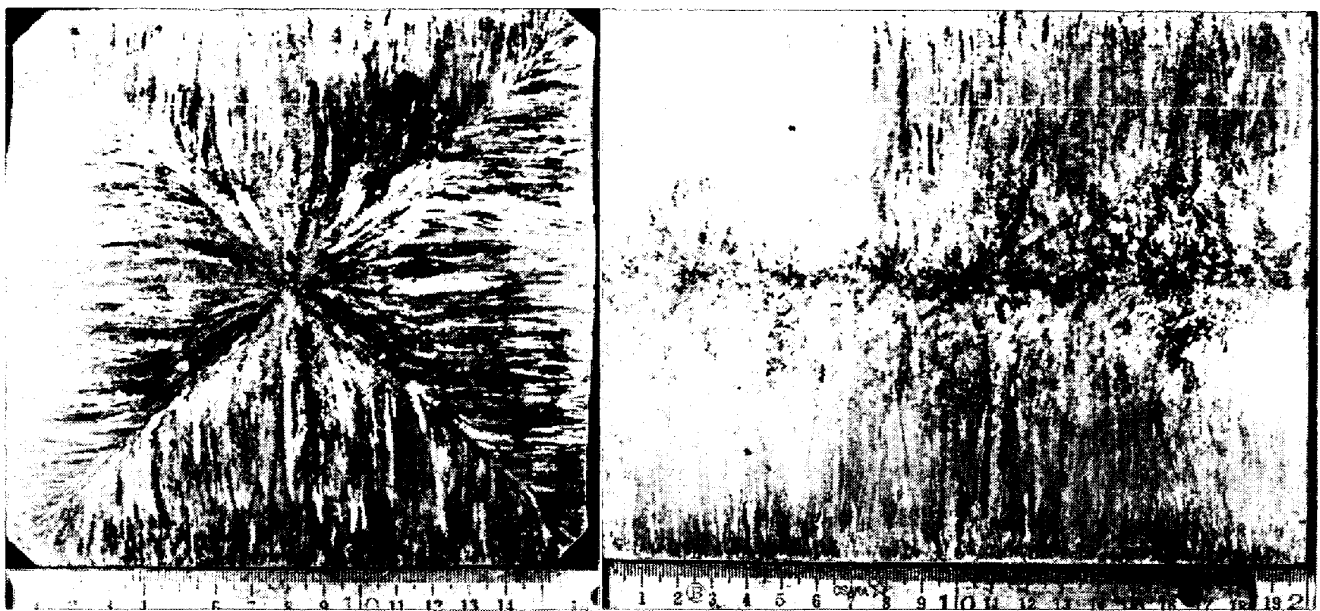


Fig. 1. Flowsheet of experimental heat.

Table 2. Example of chemical composition of experimental heat.

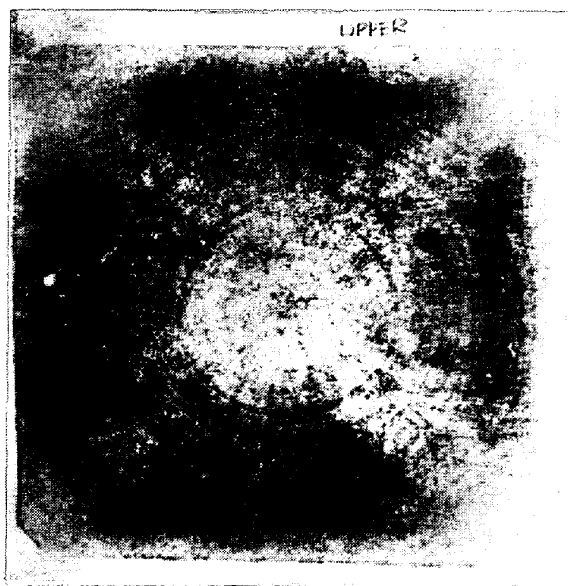
Steel	Chemical composition (%)									
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	S. Al	[O] ppm
303M	0.08	0.50	1.80	0.034	0.170	0.10	8.55	17.20	0.003	115
303A	0.75	0.67	1.65	0.037	0.321	0.13	9.30	17.38	0.003	68
304	0.07	0.48	1.45	0.032	0.014	0.12	8.15	18.20	0.004	92



a) Transverse section

b) Longitudinal section

Photo. 1. Macrostructure of bloom as cast of SUS 303 (S : 0.301%).



a) Transverse section



b) Longitudinal section

Photo. 2. Sulfur print of as-cast bloom of 0.3% S-free machining Ni stainless steel.

3.1.3 ブルームの表面品質

S含有量が多くなるとブルームの表面品質は低下し、Photo. 3に示すようにブルームコーナー近傍に疵の発生が多く、 $5.5 \sim 26$ コ/m²の表面疵が認められる。SUS 304で認められる疵個数の0.5コ/m²に比しきわめて多く、また時には深さ3mmにも達する割れが認められ、一般に疵は深い。疵の主体はオシレーションマークに沿った横割れ状の欠陥であり、この欠陥はメニスカスの形成条件によつて大きく影響を受けるものと考えられる。

製造条件として、(1) モールド潤滑用パウダーの溶融特性、(2) 鑄造温度および速度、(3) 溶鋼成分の影響について調査した。また縦割れ欠陥も SUS 304 に比較して発生しやすくこの要因として、(1) ブルームの形状欠陥、(2) 溶鋼成分、(3) 二次冷却水量の操作条件に支配されると考えられ以下要因別に表面品質に対する影響を調査した。

(1) モールド潤滑用パウダーの影響

連続鑄造法に導入されたパウダーキャスト法

Table 3. Segregation of elements at 0.7 l/kg water flow of secondary cooling (As-cast bloom).

	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	S.Al	O _{ppm}
Ladle	0.075	0.67	1.65	0.037	0.321	0.13	9.30	17.38	0.003	68
As-cast										
1	0.076	0.70	1.68	0.035	0.327	0.13	9.32	17.25	0.003	55
2	0.077	0.71	1.69	0.035	0.327	0.13	9.30	17.25	0.003	56
3	0.075	0.70	1.69	0.034	0.326	0.13	9.30	17.20	0.003	52
4	0.073	0.70	1.70	0.034	0.331	0.13	9.30	17.25	0.003	51
5	0.074	0.70	1.70	0.034	0.329	0.13	9.28	17.25	0.004	49
6	0.074	0.71	1.69	0.034	0.328	0.13	9.30	17.25	0.003	59
7	0.075	0.69	1.70	0.034	0.324	0.13	9.25	17.20	0.003	54
8	0.075	0.70	1.70	0.034	0.330	0.13	9.30	17.25	0.004	61
9	0.075	0.70	1.67	0.034	0.331	0.14	9.30	17.20	0.004	57
10	0.075	0.70	1.67	0.034	0.310	0.13	9.32	17.25	0.003	53
11	0.071	0.70	1.69	0.034	0.301	0.13	9.30	17.25	0.003	52
12	0.077	0.71	1.69	0.034	0.299	0.13	9.30	17.20	0.003	52
13	0.075	0.70	1.71	0.035	0.307	0.13	9.30	17.25	0.003	60
14	0.077	0.71	1.71	0.034	0.303	0.13	9.32	17.25	0.003	54
15	0.074	0.70	1.68	0.034	0.312	0.13	9.30	17.20	0.003	57
16	0.074	0.70	1.70	0.034	0.312	0.13	9.30	17.20	0.003	56
17	0.072	0.69	1.70	0.033	0.314	0.13	9.32	17.25	0.003	65
18	0.072	0.70	1.71	0.035	0.301	0.13	9.30	17.25	0.003	64
19	0.073	0.70	1.70	0.034	0.295	0.13	8.25	17.25	0.003	68

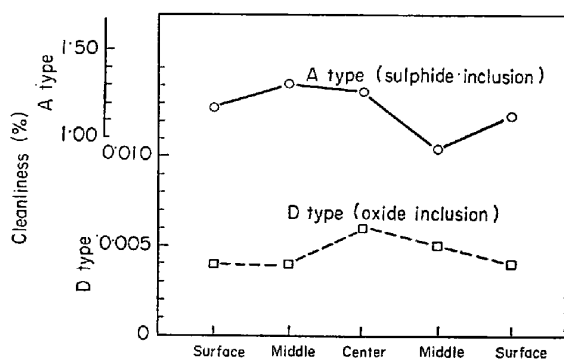
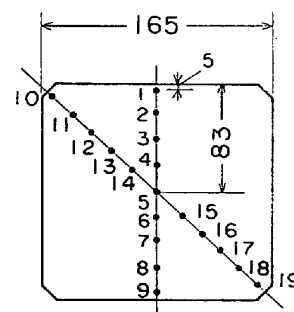


Fig. 2. Distribution of non-metallic inclusion in as-cast bloom.

は、連鋳材の表面品質を飛躍的に改善してきた。本鋼種の連鋳に際しても、試験当初からこの方法を採用し、表面品質に与えるパウダーの溶融特性の影響を調査してきた。

Table 4 に示す溶融特性の異なる 4 種類のパウダーを比較試験した結果、溶融特性が、ブルームの表面疵およびオシレーションマークの形状に対して大きな影響を与えることが認められた。供試ブルームをオシレーションマークが消える程度まで表面研削し、カラーチェック法にて表面疵個数をカウントした結果を Table 4 に示す。この結果、溶融速度の大きいパウダーあるいは高融点高粘性のパウダーの場合は、6~26コ/m²の横割れ疵が発生し、表面品質が著しく低下する傾向が認められた。一方、溶融速度の小さい低粘性の A パウダーの場合には、疵個数が 0.9~5.5コ/m² と著しく割れが減少し

ており、溶融速度が重要な要因であることが見いだされた。

潤滑用パウダーの溶融速度が大きくなると、パウダーの消費が多くなるためその溶融熱量が増加する。したがってメニスカス部のシェルが異常に成長し、シェルの変形能が低下するために、割れが発生するものと考えられる²⁾。また高融点のパウダーの場合には潤滑不良が誘起され、モールドとシェル間にスティッキング (Sticking) 現象が発生しやすくなるためと考えられる。

低融点低粘性の D パウダーで鋳造すると、深さ 1.5 mm 程度の深いオシレーションマークが形成される。このオシレーションマークの谷部のサブサーフェスに、時折微少な割れが発生していることがある。深いマークが形成されるとこの種の内部割れが発生しやすく、またこのブルームを熱延すると、Photo. 4 に示すようなオシレーションマークに沿った横割れが発生する。本鋼種ではとくに 1.5 mm 以上の深いマークが形成されると、上述の熱延時にノッチ効果を示し、割れが発生する傾向がある。S 含有率の低い SUS 304 ではこの種の割れはほとんど認められなく、SUS 303 の材質特性によるものと考えられる。

つぎに、パウダーキャストイングの場合、モールドのメニスカス近傍にクラスト (Crust) が発生することがある。とくに本鋼種を鋳造する場合にはその発生頻度がきわめて高い。クラストの発生は、操業を困難とするばかりでなく、製品の表面品質をも低下させる傾向が認められた。以下にクラストの発生機構について検討した。

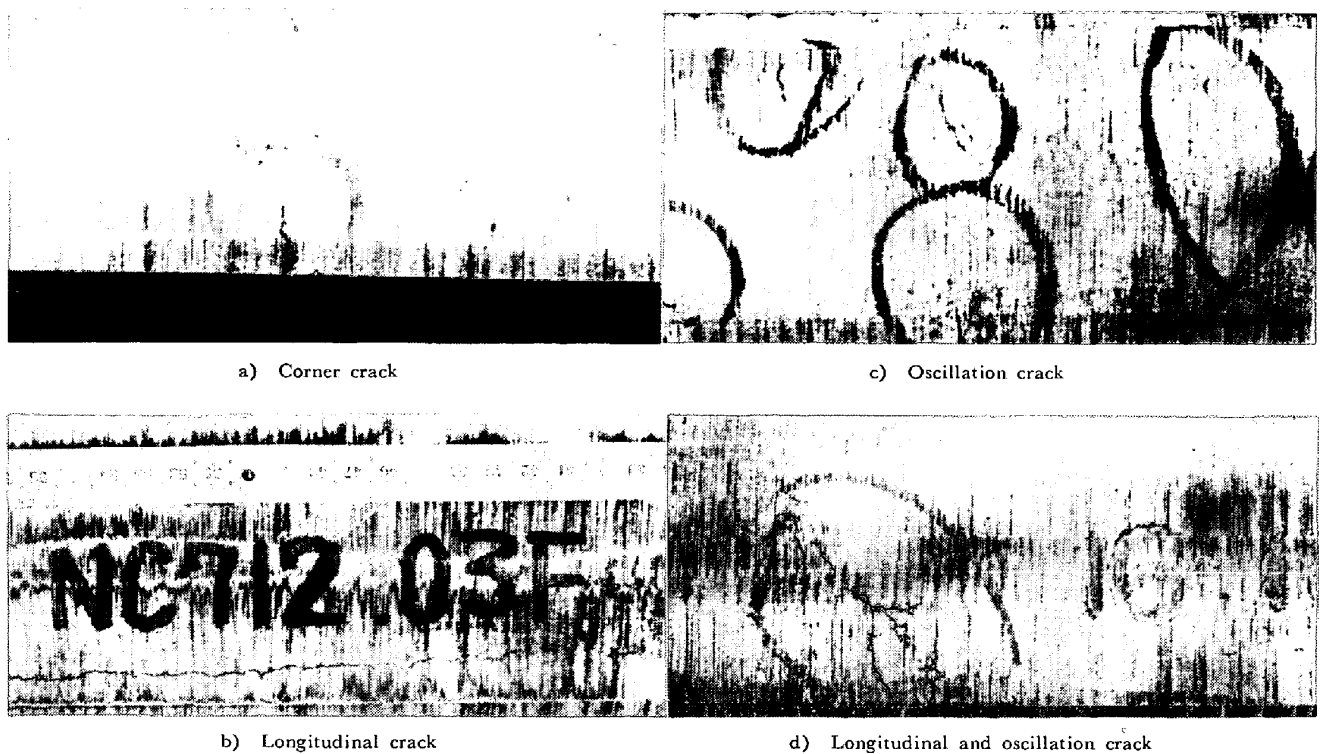


Photo. 3. Examples of surface defects of grinded bloom (SUS 303).

Table 4. Effect of physical properties of mould lubrication powder on surface defect index of as-cast blooms and crack index of hot rolled billets.

Powder No		Continuously cast bloom				Ingot
		A	B	C	D	
Physical properties of lubrication powder	Fusion temp.(°C)	1 050	1 070	1 100	1 000	—
	Fusion speed	Low	Medium	Medium	Fast	
	Viscosity (poise) (at 1 200°C)	3	9	12	5	
Depth of oscillation mark (mm)		0.9	0.9	0.8	1.5	3.3
Surface defect index of as-cast bloom (m ⁻²)		0.9~5.5	6.0~15	13~26	1.0~15	
Crack index of hot rolled billets* (%)	303M	12	—	24	—	
	303A	24	—	32	85	
	(304)	2.8	—	—	—	(2.8)

* No surface grinding

クラストは一般造塊法と同様、溶鋼とモールド潤滑スラグ層の界面に形成され、つぎの二つの現象が考えられる²⁾。

(1) スラグ中に Gehlenite などの初晶析出がおり硬化スラグ層が形成される場合

(2) メニスカス温度の低下により界面溶鋼の凝固す

る場合

溶鋼中の Al 含有率が 0.020% 以上の場合とスラグラインの溶損の大きい黒鉛-アルミナ質の浸漬管による鑄造の場合には、スラグ中の Al₂O₃ 量が増加する傾向が認められ上述(1)項の硬化スラグ型のクラストが発生しやすい。通常このタイプのクラストは厚みが薄く鑄造

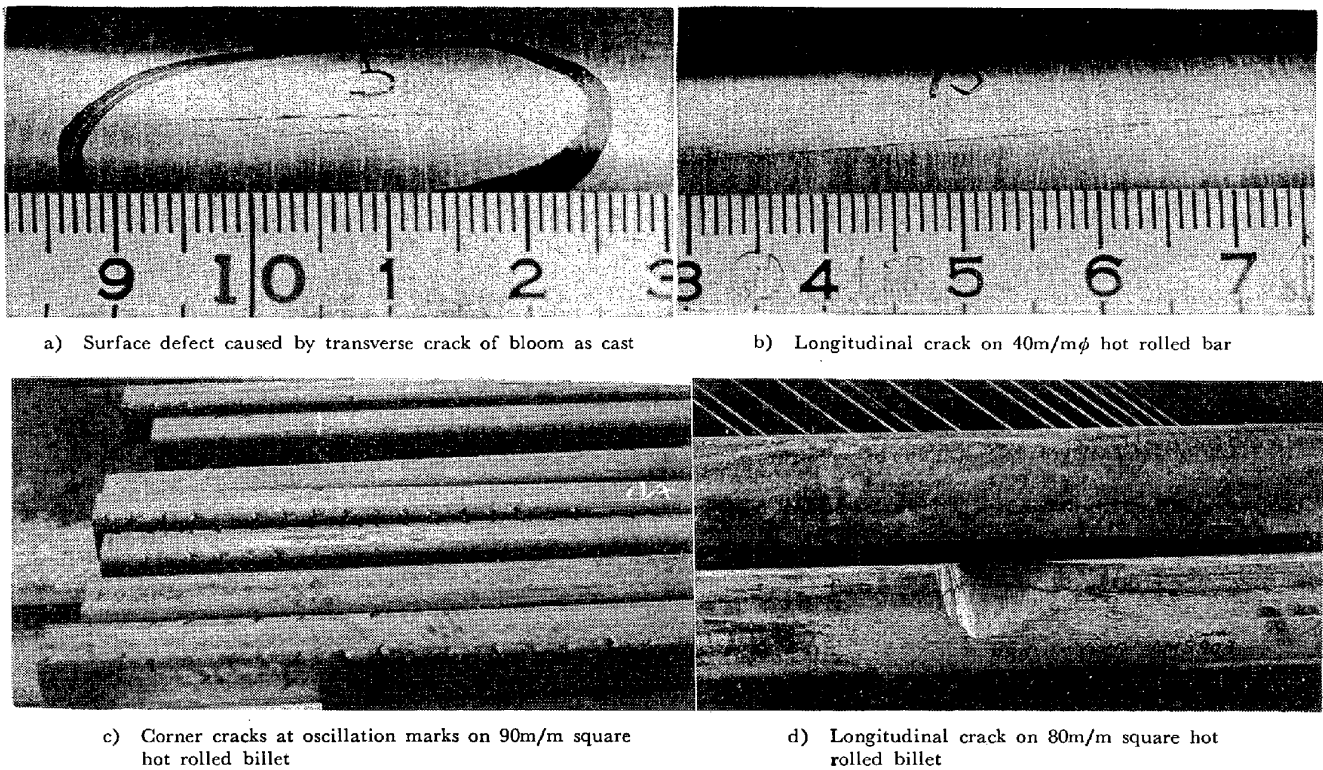


Photo. 4. Examples of surface defects on hot rolled billet and bar, caused by bloom as cast surface defects.

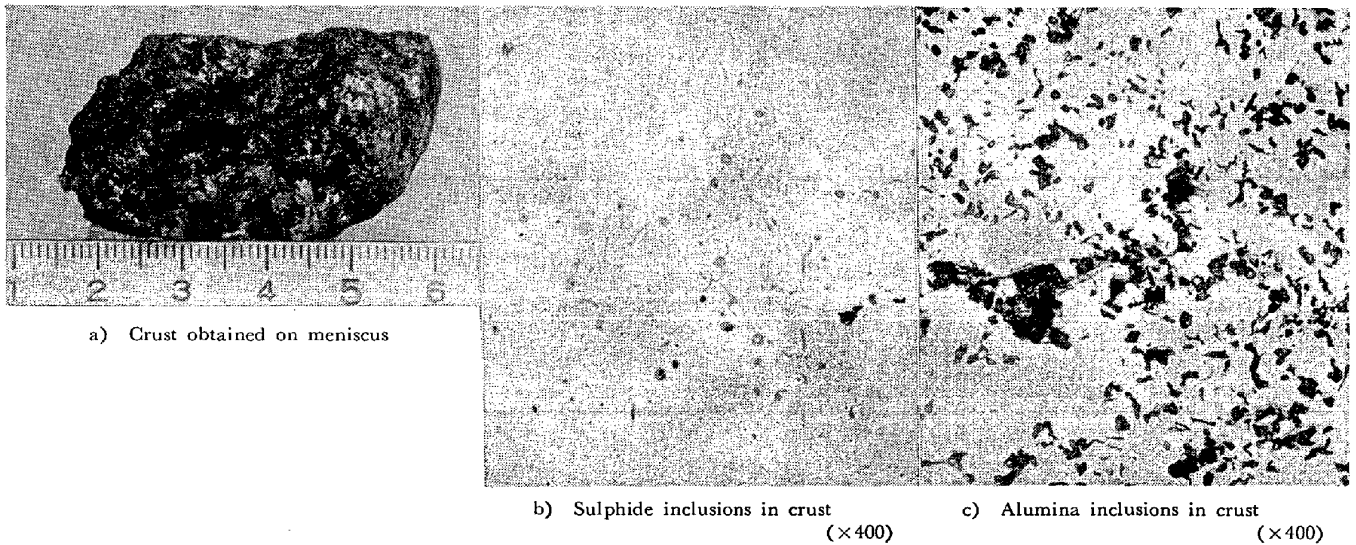


Photo. 5. Microstructure of crust obtained on meniscus in continuous casting of 0.185% S-free machining Ni stainless steel.

を困難とするほどのものではないがスラグ層の介在物吸着機能を著しく低下させるため、しばしばブルーム表層部に巨大介在物の欠陥が認められることが多い。一方(2)項の凝固鋼型のクラストは Photo. 5 (a) に示すような厚さ 20 mm 以上にも達する巨大なクラストになり casting を中断せざるをえない場合がある。このタイプのクラストは Table 5 に示すように潤滑用パウダーの溶融

特性に大きく影響をうけ、溶融速度の大きいほどクラストの発生が大きくなる傾向が認められる。

これは潤滑用パウダーによつてメニスカスから多量に溶融熱を吸収されるために界面溶鋼温度が低下し凝固鋼が形成されるからであると考えられる。

連 casting 時モールド内より採取されたクラストの組織分析をおこないクラストは Photo. 5, Table 6 に示すよう

Table 5. Effect of physical properties of mould lubrication powder on crust forming tendency.

Powder No		A	B	C	D'	D
Fusion temp. (°C)		1 050	1 070	1 100	1 000	1 000
Fusion speed		Slow	Medium	Medium	Slow	Fast
Grade of crust-thickness	Zero	77%	54%	42%	55%	30%
	Thin	18%	15%	0 %	18%	20%
	Thick	5%	31%	58%	27%	50%

Table 6. Chemical analysis of crust obtained on meniscus.

	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	S. Al	Ins. Al
Crust	0.11	0.70	1.54	0.038	0.310	0.13	9.16	17.20	0.19	0.020	0.052
Ladle	0.08	0.67	1.65	0.037	0.321	0.13	9.30	17.38	0.18	0.003	0.004

に Al_2O_3 介在物の多い凝固鋼であることがわかった。クラスト中に認められた巨大な Al_2O_3 介在物は溶鋼の Al 含有量が 0.003% と低いので脱酸生成物とは考えがたく、前述のごとく黒鉛-アルミナ質浸漬管の溶損による外来介在物と考えられる。

このことは凝固鋼型のクラストの存在のみならず同時に硬化スラグ型のクラストも存在することが考えられる。

クラストの発生の多い S 含有鋼のパウダーキャストリングを改善するために上述のごとく潤滑用パウダーの溶融特性および浸漬管の影響を検討したがまだ不明な点が多い。今後はメニスカス部の S の表面過剰濃度などの界面現象も考慮したパウダーキャストリング法を検討する必要があると考えられる²⁾。

(2) 鑄造温度と鑄造速度の影響

鑄造温度は、内部および表面品質に大きく影響を与える³⁾。過熱度が $40^\circ C$ 以上となると内部割れの発生が多くなる傾向が認められることから $30\sim 35^\circ C$ の制御が必要である。つぎに鑄造速度の影響を示す Fig. 3 の結果より低速鑄造の場合にはピット状欠陥がまた高速鑄造の場合にはデプレッション状の欠陥が多く Photo. 3 (d) に示すような短い縦割れをともなつた横割れ欠陥が多くなることが認められた。

しかし今回の試験範囲内では他の要因に比してその影響はあまり大きくないことも認められた。

(3) 成分の影響

一般に S 含有率が高くなると粒界に低融点硫化物が析出して粒界脆性が発生しやすく、Mn/S 比の制御により

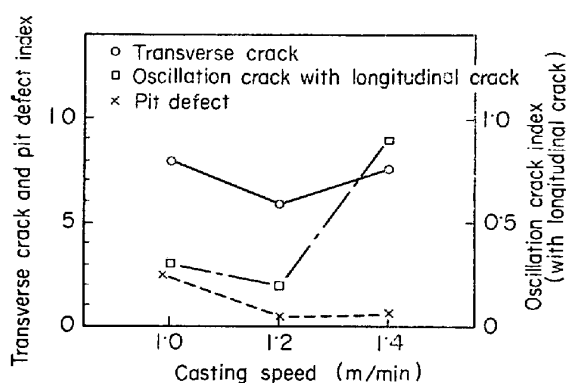


Fig. 3. Effect of casting speed on surface defects.

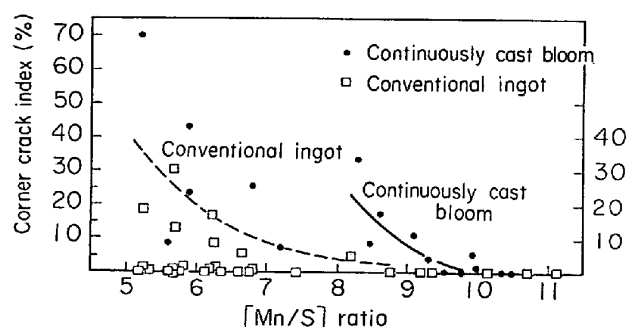
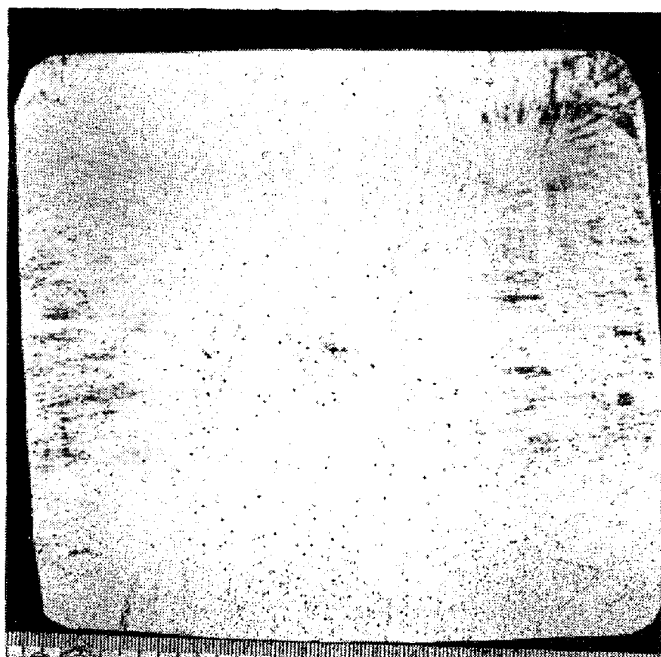


Fig. 4. Effect of [Mn/S] ratio on corner crack index of hot-rolled billets.

介在物の性状を変化させることが有効であると言われている。

連鑄ブルーム材は表面性状がよい場合でも熱延過程で大きな横割れの発生することが認められており、この原因を調査するため Fig. 4 に Mn/S 比と熱延時の割れ線生との関係を示した。この結果連鑄ブルーム材は Mn/S



a) Internal cracks, caused by Rhomboidity



b) Internal cracks, caused by Depression at corner

Photo. 6. Examples of internal cracks, caused by shape defect.

比 9.0 以上にまた比較の鋼塊材は 7.0 以上に制御することが必要で熱延性において連鋳材の方が劣ることが示された。割れ感受性において鍛錬比の少ない連鋳ブルーム材がこのように高い原因については、凝固速度が鋼塊材に比較して著しく早く粗大な柱状晶が形成され脆弱な柱状晶粒界となるためと考えられる。

凝固速度の影響をみる目的で二次冷却水量を 0.8, 0.7, 0.6 l/kg-steel の三水準に変化させてその熱間加工性を比較した結果凝固速度の小さい 0.6 l/kg-steel の場合に割れが軽減されることがわかった。この事実は熱間加工性が凝固組織に敏感に影響をうけることを示すものである。また柱状晶粒界の脆弱さを示すもう一つの事実として柱状晶に沿って内部割れが発生しやすいことがあげられる。内部割れの一例を Photo. 6 に示す。通常この内部割れが発生する場合には菱形変形およびデプレッションの形状不良をとまう⁴⁾。これらの形状不良は冷却過程で不均一冷却を誘起し凝固収縮の引張応力の集中をうけて割れが発生する。本鋼種の場合この形状欠陥のほかに二次冷却強度、C 含有量⁵⁾ および Mn/S 比の要因に大きく影響をうけることが見いだされた。

Fig. 5 には上述三要因の内部割れにおよぼす影響を示した。同じ C 含有量の場合二次冷却強度が増すと割れやすくなり、また同一二次冷却強度の場合には C 含有量が増す

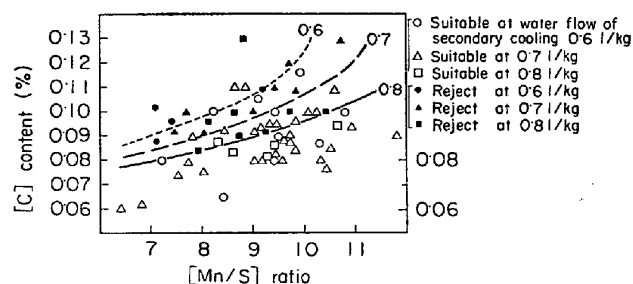


Fig. 5. Effect of [C] content, [Mn/S] ratio and water flow of secondary cooling on internal crack.

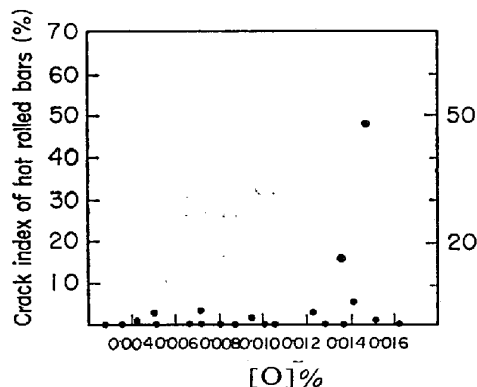


Fig. 6. Effect of [O] content on crack index of hot-rolled bars. (at water flow of secondary cooling 0.7 l/kg, [Mn/S] ratio 9~10, [C] content 0.09~0.10%).

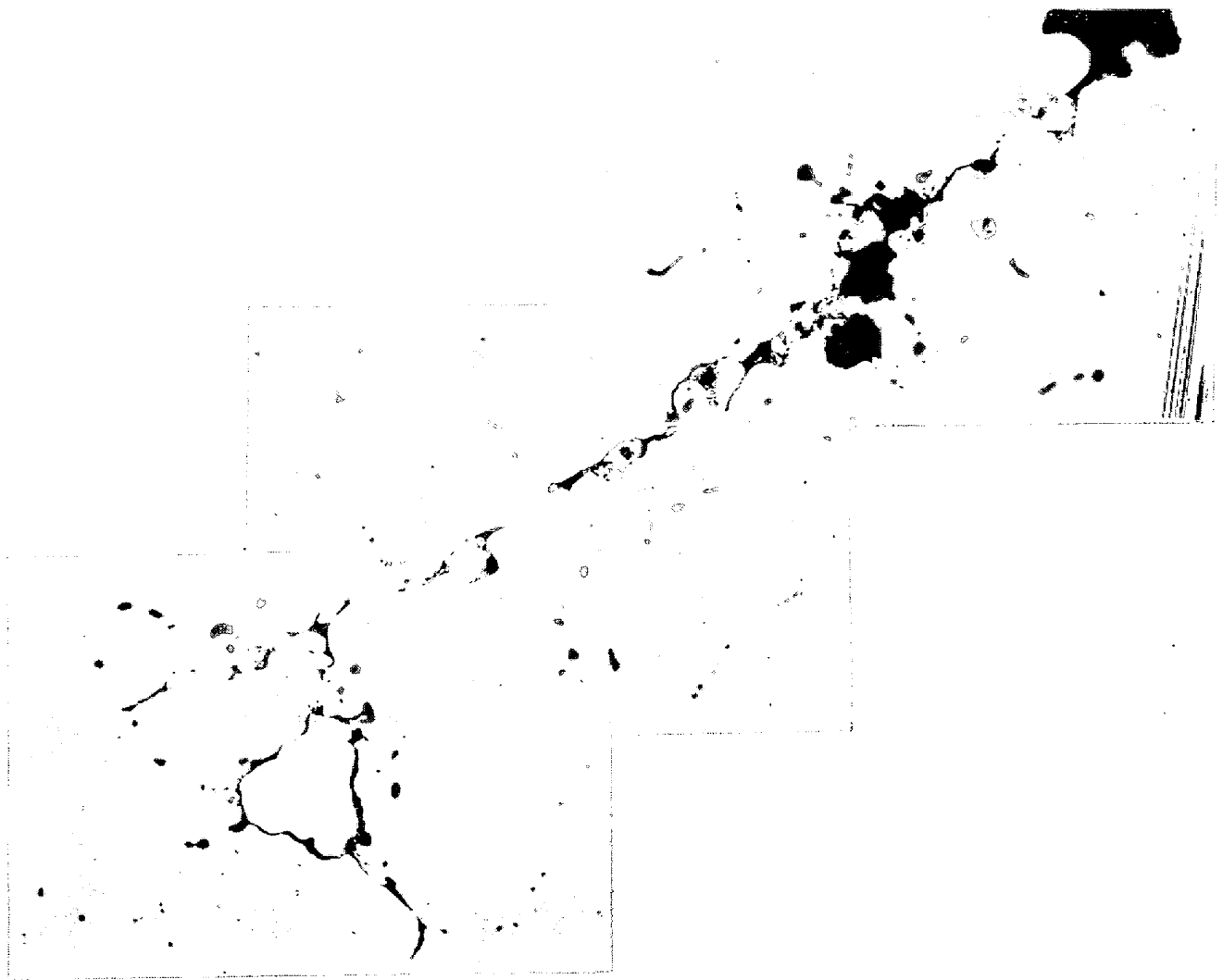


Photo. 7. Microstructure of crack of bloom as cast of SUS 303 ($\times 400$).

と内部割れが増加する。とくに 0.8 l/kg-steel と $C \geq 0.09\%$ の操業条件の場合には内部割れの発生率がきわめて高くなる。

Mn/S 比の影響は C 含有量および二次冷却強度ほど大きくないが Mn/S 比が低下すると割れの多くなる傾向が認められる。

内部割れに対する二次冷却強度の影響については形成される柱状晶の性状と熱的内部歪に関係があり、とくに凝固初期の冷却をソフト化することが必要である。

C の影響については凝固過程で柱状晶間の濃厚偏析部に炭化物が析出し粒界脆性が誘起されるものと考えられる。一般にオーステナイト鋼の冷却過程では粒界反応により短時間に $M_{23}C_6$ 型の炭化物が粒界析出すると言われている⁶⁾⁷⁾。連続鋳造時ブルーム表層部の冷却速度が約 $7^\circ\text{C}/\text{min}$. であることから凝固過程の $1000 \sim 700^\circ\text{C}$ の表面温度を示す領域でこの型の炭化物が粒界に優先析出することが考えられる⁸⁾。つぎに内部割れ部のミ

クロ観察例を Photo. 7 に示す。割れ部に巨大な硫化物系介在物が認められ内部割れの主因と考えられるが上述の炭化物析出の相乗効果も十分考えられる。

3.1.2 項で述べたように MnS 介在物中の [O] 量は介在物の変形能に影響すると言われており¹⁾、一般鋼塊材でも [O] 量が 150ppm 以上になると熱延時にしばしば割れの発生することが確認されている。連鋳ブルーム材について Mn/S 比を $9.0 \sim 10.0$ に制御した条件で [O] の影響を調査し Fig. 6 の結果を得た。130ppm 以上の高 [O] 値となると割れ率が増加する傾向が認められることから溶鋼の [O] 量制御に考慮を払う必要がある。

Cu, Mo についても同様の調査をおこなったが明確な影響を認めることができなかった。

(4) ブルーム表面疵の熱間加工性への影響

ブルーム表面疵と熱間加工性の関係を Table 4 に、また熱延製品での表面欠陥例を Photo. 4 に示す。この結果ブルームに存在する疵は製品でも疵がきわめて深く

Table 7. Mechanical properties of hot rolled-bar.

	Yield stress (kg/mm ²)	Tensile stress (kg/mm ²)	Elongation (%)	Reduction area (%)	Hardness (H _B)
Continuous cast material	28.5	64.8	51.6	55.1	159
Conventional ingot	≥21.1	≥52.7	≥35	≥50	~

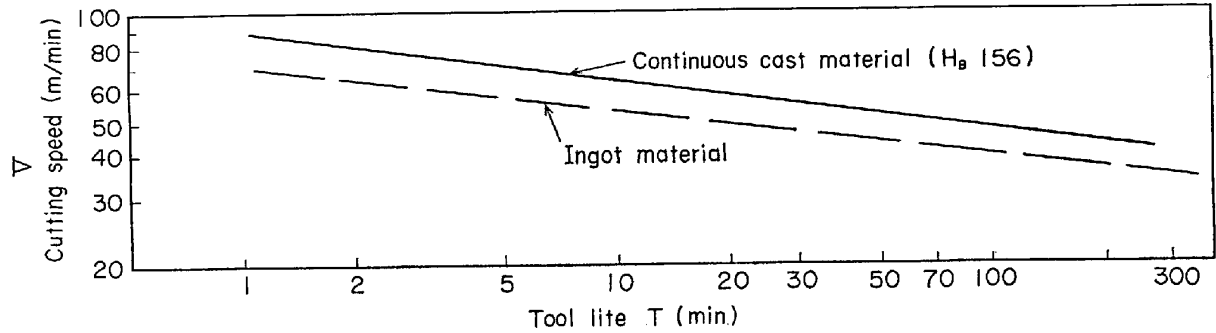


Fig. 7. Tool life curves of continuous cast material and ingot material (Type SUS 303A).

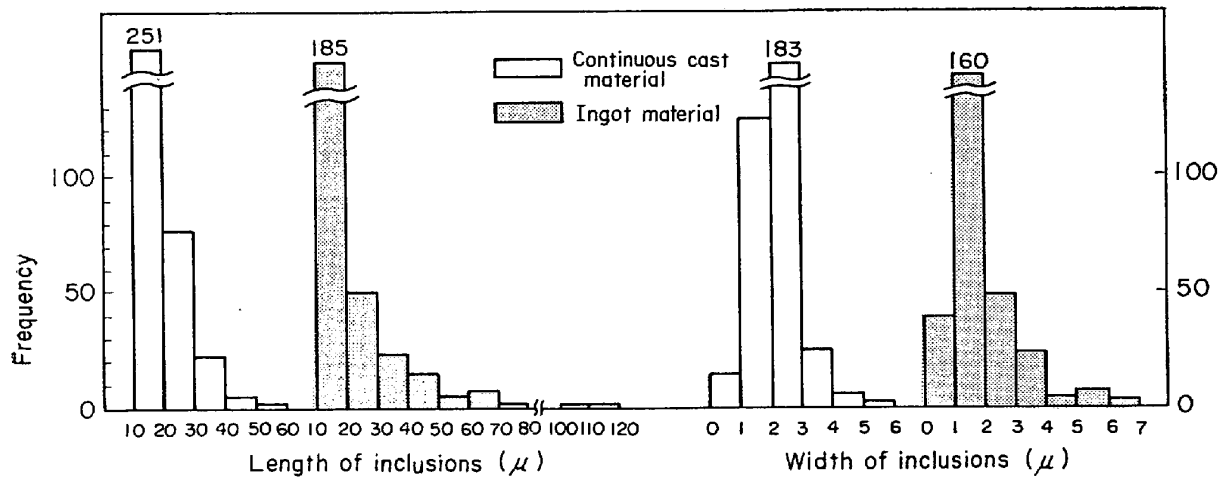


Fig. 8. Distribution of length and width of inclusions (60 mm dia. hot-rolled bar).

Table 8. Surface roughness of continuous cast material (Type SUS303A).

Feed	Cutting speed(m/ min)			
	20	60	100	
0.042 (mm/rev)	Continuous cast material	15.0	7.6	9.0
	Ingot material	12.2	12.0	11.5
0.12 (mm/rev)	Continuous cast material	17.0	13.0	9.0
	Ingot material	15.0	10.2	6.3

ブルーム表面手入処理の効果を調査した。表面 1.5 mm の全面研削手入による完全疵取をおこなった供試鋼と一部コーナー部の研削手入材および無手入の疵残存材とを同時に比較圧延した。完全疵取材にはまったく割れの発

Table 9. Size of inclusions of hot-rolled bars(60^φ).

	Length (μ)	Width (μ)	Length/ Width	Forging ratio
Continuous cast material	18.9	2.2	8.6	8.6
Ingot material	22.2	1.9	11.7	14.4

生は認められずまた一部手入材は無手入材に比較して割れ個数で 1/3 以下に改善され、表面手入による疵の除去の効果は大きいことが確認された。

3.2 熱延材の性質

3.2.1 機械的性質

熱延材より採取した試片を 1100°C で溶体化後水冷して機械的性質を調査した。Table 7のごとく比較材と同

等の品質が得られ、また引張試片の破断面も遜色なき結果を得た。

3.2.2 切削性能

切削性能を調査するため 60φ の熱延材より試片を採取し工具寿命、切屑破碎性および面粗度の性能を調査し Fig. 7, Table 8 の結果を得た。

工具寿命の特性を示す V-T 曲線の結果より連鑄材は比較の鋼塊材に比較し優れていることが示される。これは連鑄材が鍛錬比が小さいために介在物形状が異なることによるものと考えられ、Fig. 8, Table 9 に介在物形状の比較を示した。この結果は [介在物の圧延方向の長さ] と [圧延直角方向の幅] の比である l/W の値において連鑄材は 8.6, 比較材は 11.7 の差が認められ上述の切削性能がよい理由であると考えられる。

切屑破碎性については比較材と同等の性能を得た。仕上げ面の品質を示す面粗度については、Table 8 のごとく比較材より若干劣る結果を得た。また送り速度に対する面粗度の影響については、比較材は送りの大小に拘わらず切削速度が増加するとよくなる傾向にあるが、連鑄材はこの傾向が明確でなかった。

4. 結 言

SUS 303 系の含 S 快削ステンレス鋼を小断面サイズ

のブルームに製造し、ブルームの表面品質および熱間加工性について製造条件の影響を調査した。この結果モールド潤滑用パウダーの溶融特性、Mn/S 比、C 含有量、[O]含有量および二次冷却強度の要因に大きく影響をうけることが見いだされた。

また熱延バー材の機械的性能として切削性を調査し一般鋼塊材より優れた性能を有することがわかった。これは連鑄材の方が鍛錬比が小さいため切削性に影響する介在物形状 l/W 値が小さいことによるものと考えられる。

文 献

- 1) T. J. BAKER and J. A. CHARLES: JISI, (1972) p. 680
- 2) 佐藤(良): 日本金属学会会報, 12(1973) 6, p. 391
- 3) 市川, 岸田, 南村: 鉄と鋼, 57(1971) S 457
- 4) 森: 鉄と鋼, 57(1971) S 676
- 5) SPRINGORUM: Steel times, (1969) Nov. p. 727
- 6) Met. Trans., (1973), p. 827, ed. by H. F. MERRICK
- 7) L. K. SINGHAL: Met. Trans., 2 (1971) 4, p. 1267
- 8) 小林, 田中, 宮川, 嵯峨, 藤代: 鉄と鋼, 58(1972) 14, p. 1984