

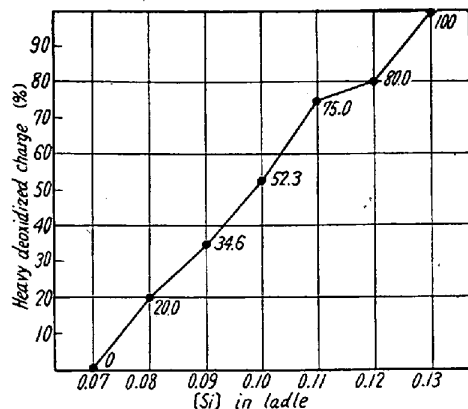


Fig. 3. Relation between [Si] in a ladle and the heavy deoxidized charge %.

Al の適切な使用による頭部調節とによつて、疵の発生を最小にできる。ただし別の調査によれば断面割については、Al による頭部の調節だけでは不十分の場合もあり、熔鋼の脱酸のパラツキを少なくする必要がある。

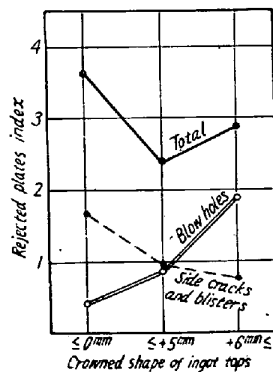


Fig. 4. Relation between the crowned shape of ingot tops and rejected heavy plates %.

III. 結 言

以上に述べた要因の管理方法としてわれわれはつぎのような諸方法をとつた。

- i) 精錬作業の標準化: とくに脱炭に合せた熔鋼温度管理, 最終[C] 低下防止, 軟熔解防止の推進
 - ii) 成分別, 板厚別脱酸材投入基準設定
 - iii) 第一注入鋼塊頭部を基準としたショット Al 使用基準
 - iv) 鋼種別, 鋳型別頭部形状基準
 - v) 主要因の管理図
 - vi) 季節的変動への考慮
 - vii) 主要因と疵発生率との一貫した管理データからの標準改訂
- などに努力を重ね, 不良率のもつとも高かつた期間の 1/3~1/4 程度にまで発生疵を減少し得た。

(77) 砂疵発生率と製品組成の關係について

日本特殊鋼株式会社

石原 善雄・安藤 公平

理博森脇 和男・〇田阪 興

On the Relation between Occurrence Rate of Sand Marks and Composition of Steels.

Yoshio Ishihara, Kōhei Ando,

Dr. Kazuo Moriwaki and Kou Tasaka.

I. 緒 言

構造用合金鋼および軸受鋼における地疵(砂疵)の検査合格の基準はかなり厳しいものがあり, その不良品の全不合格品にしめる比率も常に大きい。このため砂疵に関する研究調査は古くから数多く行なわれ, 発表されたものも多い。しかし砂疵の本質が鋼質と製造方式によつて各々異なるため, その考察も多岐にわたり, 決定的な結論はないように思われる。筆者らはさきに無酸化雰囲気鍛造による砂疵防止の効果からその発生の一因を報告したが, さらに鋼の組成, とくに Mn および Si の含量と砂疵発生を報告してこれを補いたいと思う。

II. 調査鋼種と砂疵成績の表示方法

調査鋼種には地疵検査の仕様がある肌焼鋼および軸受鋼を選んだ。該当鋼種は S15CK, SCr21, SCr22, SCM21, SCN21, SCN22, SNCM23, SUJ-2 の 8 鋼種である。SUJ-2 以外では炭素量は大差なく, 熔解方法もほとんど同じで, Ni Mo そのほか差異ある成分も砂疵には大きく影響せぬと考え, 一括して取扱つた。検査方法は J I S 規定の三段削法である。砂疵は同じ熔解注型の鋼塊間で変動があるばかりでなく, 同一鋼塊の内部でも差があり, 少数の検査結果から該当熔解の代表値は求め難い。その上圧延寸法, 圧延比による差も加わり比較は益々困難となる。この調査は日常製品を対象としたために, これらの条件を統一して行なうことはできなかつた。このため, 鋼塊本体の上部にあたる部分の検査 5 個以上ある熔解を選び, 三段削の第一段の砂疵長さの和を単位面積あたりの数値に換算し, その平均値をもつて判定した。判定の基準は Table 1 のごとくである。

Table 1. Grades of sand-mark-test. mm/cm²

Grades	A	B	C	D
Total sum of sand-mark-lengths	<0.5	0.5~0.9	0.9~1.3	1.3<

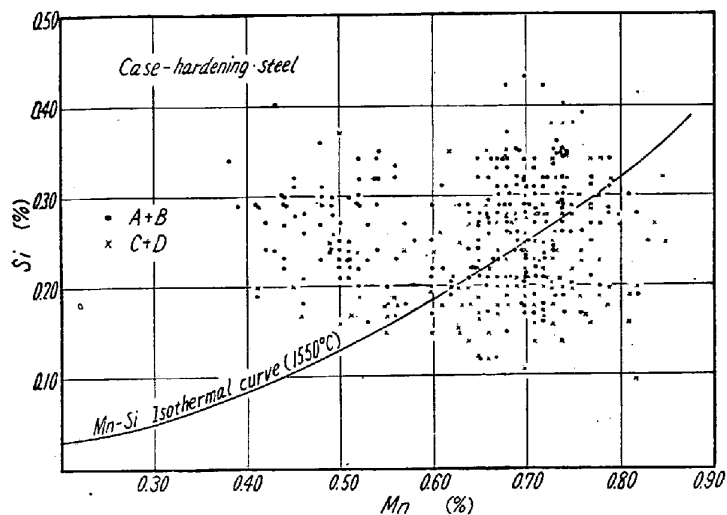


Fig. 1. Relation between the sand-marks-test-grade and the Mn-Si-isothermal curve.

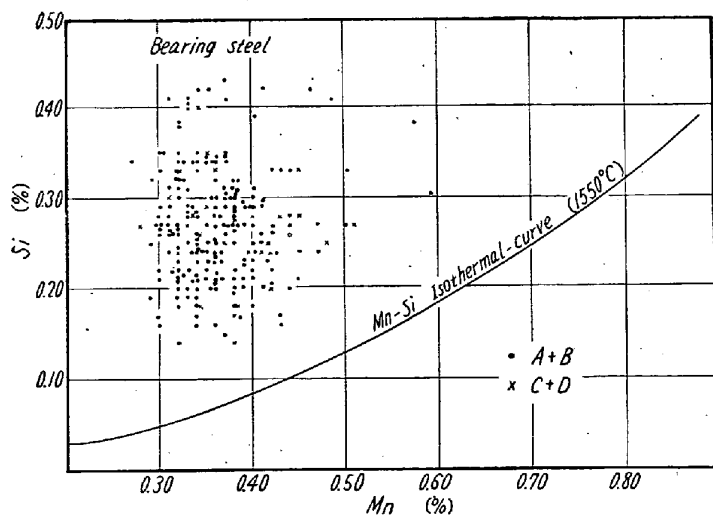


Fig. 2. Relation between the sand-marks-test-grade and Mn-Si-isothermal-curve.

Table 2. Effect of Mn and Si content on sand marks.

Mn-Si Sand marks Steel	Solid silica separate zone		Liquid Mn-silica separate zone	
	A + B	C + D	A + B	C + D
Case-hardening steel	Charge	Charge	Charge	Charge
	163	63	50	79
	72 : 28%		39 : 61%	
Bearing steel	Charge	Charge	—	—
	197	29		
	87 : 13%			

一応の熔解別の砂疵品位を級別したが、かなり変動があり、個々の値より全体の傾向を知る程度である。

III. 製品の Si および Mn の分析値と砂疵の関係

製品の Si および Mn の分析値と砂疵発生状況の関係

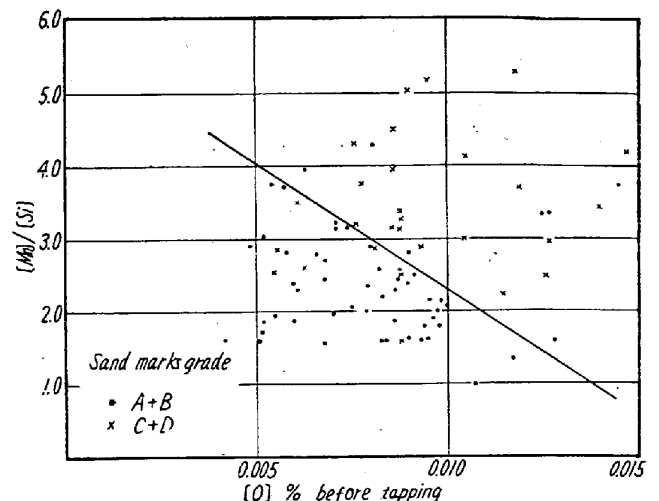


Fig. 3. Effect of manganese-silicon-ratio and oxygen content on sand marks.

を肌焼鋼は一括して Fig. 1 に、軸受鋼は Fig. 2 に示した。図中煩雑を避け傾向を明らかにするため、(AとB) (CとD) とに二大別し、良不良の比較とした。曲線は KÖRBER u. OELSEN の silicon manganese isothermal curve で、この曲線より上部の組成からは脱酸生成物として固体珪酸を析出し、下部からは液状珪酸塩が現われる。曲線の下部範囲では砂疵不良の発生の多いことがわかる。熔鋼温度の変動、曲線の精度、分析誤差などから、この曲線付近の点の解釈は難かしいが、一応このままで区分して砂疵発生の頻度を求めると Table 2 のごとく関係はさらに明白になる。

IV. 砂疵と熔鋼中酸素および注型温度との関係

砂疵の発生は Si および Mn とかなりの関係が現われるが、これらを熔鋼中酸素および注型温度に層別すると、傾向はさらに明らかになる。Fig. 3 および Table 3 にこれを示す。

Table 3. Effect of Mn and Si content and pouring temperature on sand mark.

Pouring temp. (Optical) °C	Charge number	Sand mark (C + D)	Classifying with Mn and Si content		
			Zone	Charge number	Sand mark (C + D)
>1440	Charge 57	49	S	Charge 27	32
			L	30	63
1430 ~1410	236	38	S	132	21
			L	104	60
<1410	179	63	S	86	46
			L	93	71

Zone S=Solid silica separate zone (upper part of the isothermal curve)

Zone L=Liquid Mn-silicate separate zone (lower part of the isothermal curve)

V. 考 察

以上調査に基づくと砂疵は Mn および Si と関係があり, Mn-Si isothermal curve による液状珪酸塩析出範囲にあると不良が出やすい, かかる組成にある熔鋼は耐火物の浸食を起しやすいが, 反面介在物は凝集し浮上分離することも容易で, かえって砂疵は減少するはずとの報告もある. しかし無酸化雰囲気中で鑄造した鋼塊には砂疵が激減する事実(鉄鋼協会昭和 33 年春季講演会報告)からは, 砂疵の主体は注型中の空中酸化に基づくものと推定できる. すなわち注型時の酸化および脱酸に起因する介在物が, 延性の少ない細粒となつて分散するか, 圧延とともに長く伸びる珪酸塩を主体として出現するかによつて, 砂疵検査上に差異を生ずると考える. 液状珪酸塩析出範囲で砂疵発生が多くなるのはこのためである. 注型作業が良好で酸化が少なく, かつ母体の酸素が低くければ, 介在物の生成は減少するはずであり, また充分の温度があれば分離浮上も可能となる. 砂疵はこれら条件のもつとも悪いときに発生するもので, 関係図上の点の分散が説明されるばかりでなく, 砂疵防止の方策もたてられてくる.

VI. 結 言

構造用合金鋼とくに肌焼鋼と軸受鋼合計約 600 熔解の集計から, 鋼材の組成とくに Mn Si と砂疵発生率との関係を求めた. 砂疵表示方法などにやや不備の点もあり, また現在の砂疵が Mn Si のみに関係するものでないが Mn/Si の比と一応の関連性を認めてよいと思われる.

(78) Si の酸化反応について

(製鋼反応の速度論的研究—I)

東北大学金属材料研究所 坂 上 六 郎

On the Oxidation of Silicon in Molten Iron.

(Kinetic studies on the steelmaking reaction—I)

Rokuro Sakagami.

I. 緒 言

鉄鋼中の Si の製鋼過程における酸化の機構は, 従来ほとんど問題としてとり上げられなかつたが, 反応生成物がスラッグであるという特性をもっている元素の酸化反応の一つとして, その機構の解明はきわめて興味のあるところであり, 酸性平炉溶解法の特異性というような問題を論ずる場合にも有力な示唆を与えてくれる. また

反応生成物がガスである脱炭反応と対比させて考察することは, これら反応の機構をより深く理解するうえに必要な不可欠と考えられる. そこで雰囲気調節可能な反応炉を組立て, いろいろな酸素分圧のもとにおける酸化の状況を, 一定時間ごとに試料を採取して追求した.

II. 実験装置および実験方法

約 500 g の電解鉄をいれた坩堝 (アルミナ, 内径 40 mm ϕ) を図のごとく設置し, 炉内を真空にしたのち, 水素雰囲気に切り換えてから昇温し (10kW 真空管式高周波発振器を使用), 水素雰囲気中で溶解する. ついで徐々に真空に引き, 30 分ていど保持してから A ガスを導入する. つぎにバケットにいれてある所定量の Si を添加し, 一定温度に保持する. かように最初の溶鉄はできるだけ酸素の低い状態にしておき, 第 1 回目の試料を採取する. ここであらかじめ一定酸素圧に調製した A-O₂ 混合ガスを炉内に導入し, 一定時間ごとに試料を採取し, 溶鉄中の酸素の増加, Si の酸化の状況, 介在物を調べた. 試料の採取は, 内部に少量の A ガスを流してある石英管 (内径 4 mm ϕ) を図のように挿入口のキャップのとりかえによつて炉内に挿入して行つた. このさいの外気による汚染の危険は無視してよく, 健全な試料をうることができた. 温度の測定には光高温計を用いたが, 溶鉄表面の酸化皮膜が厚くなると不正確になるので, 随時 Pt-PtRh 熱電対を使用した.

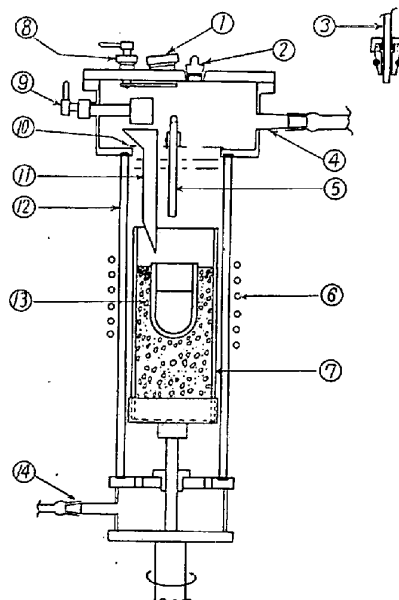


Fig. 1. Induction furnace.

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| ① Sight hole for temp. measurment | ② Sampling hole |
| ③ Silica tube | ④ To vacuum pump |
| ⑤ Gas inlet | ⑥ Induction coil |
| ⑦ Alumina tube | ⑧ Shield for the sight hole |
| ⑨ Bucket | ⑩ Shield |
| ⑪ Tube for addition | ⑫ Silica tube |
| ⑬ Fragment of alumina | ⑭ Gas outlet |