

4. 鋼塊の欠陥防止対策の研究

4.1 取りまとめ要領

本章においては鋼塊の欠陥防止に関する報告を取りまとめたが、前章の製造法の研究と密接な関連があつて、画一的には分類できなかつたが、これを鋼塊の内部欠陥と表面欠陥に大別し、これをさらに偏析、非金属介在物あるいはワレ、スプラッシュなど、要因別に分類した。そのうち共通テーマごとに取りまとめて、総括表として掲げ報告件数の多いテーマについて解説を記した。

4.2 鋼塊の内部欠陥

4.2.1 偏析

大型偏平鋼塊の偏析について、5件報告されており、リム鋼とキャップド鋼の比較も5件報じられている。

(i) 大型リム鋼塊の偏析

(a) 鋼塊厚さ幅および高さの影響

鋼塊の大型化を断面の厚さによつた場合は、最大偏析部を鋼塊中央部に近づけ¹²⁴⁾、偏析部の厚さをはなはだ大きくしかつ偏析度を増加させる。¹²⁵⁾

富士室蘭¹²⁶⁾では短辺厚さ 800 mm までは厚さの増加とともに最大偏析部が鋼塊底部側に移動するが、それ以上の厚さになると偏析のピークが二つに分かれるので短辺厚さは少なくとも 800 mm 以下に制限すべきでありまた偏析に与える影響としては高さがこれにつき長辺長さをもつとも少ないとしている。

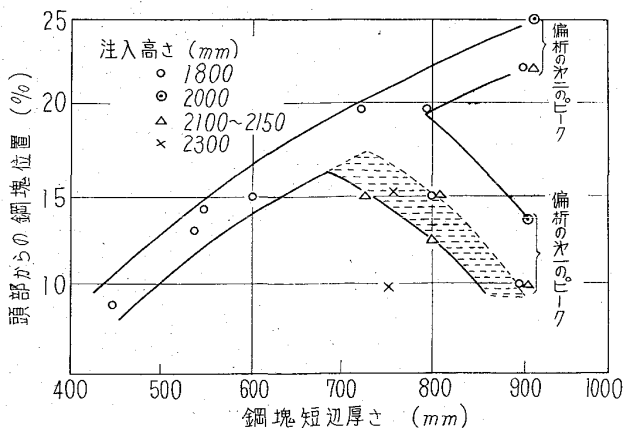


図 4.1 S最大偏析位置におよぼす鋼塊短辺厚さの影響¹²⁶⁾

また川鉄千葉では厚さより高さの方が影響が少なく高さを 2,500 mm にしてもリミングアクションは良好で

あるとしている¹²⁴⁾。一方住金和歌山ではむしろ厚さの薄い場合の方が偏析率が大きいとしている¹²⁷⁾。

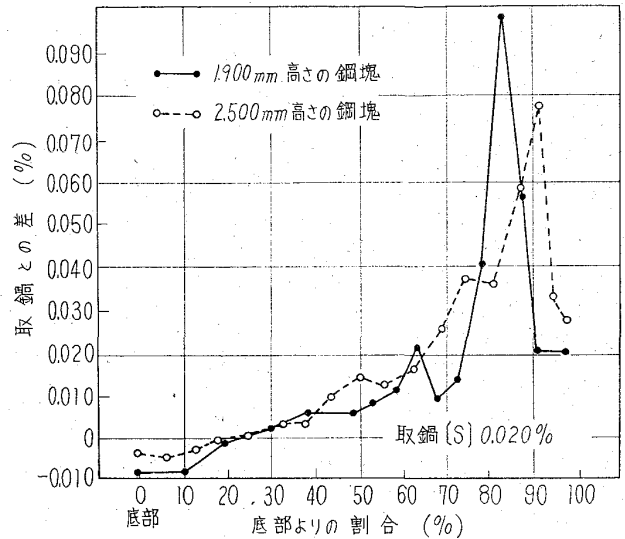


図 4.2 [S] 偏析¹²⁴⁾

(b) トラックタイムの影響

最大偏析値に特に大きな影響はないがトラックタイムの短い場合には偏析率が高くなるようであり (図 4.3) かつ偏平度の小さい鋼塊では最大偏析位置を下げる¹²⁷⁾。

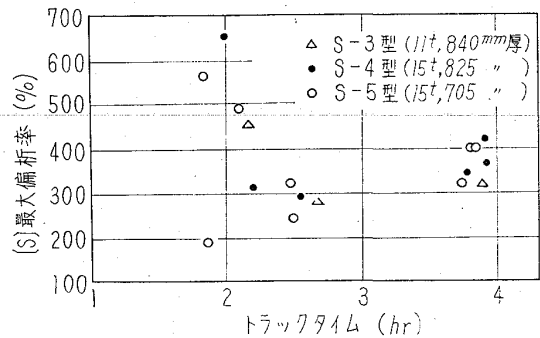


図 4.3 トラックタイムと[S]偏析の関係¹²⁷⁾

偏析範囲を小さくするためには完全凝固時間に近いほどよい¹²⁶⁾

(ii) リム鋼とキャップド鋼の比較

(a) 偏析状況

リム鋼に比べ、キャップド鋼の濃厚偏析位置は底部側に移る傾向があるが偏析率は軽くなる¹²⁷⁾。

(b) リム層厚さ

12t キャップド鋼のリム層厚さは鋼塊頭部で 30~40 mm 底部で 60~70mm でリム鋼にくらべ約 15 mm 薄い¹²⁸⁾。キャップド鋼の場合、注入速度遅く、[C], [Mn]

が低く、Al 使用量が少なく、[O] が高い場合には蓋打時間が長くなりリム層が厚くなる^{131), 132)}。リム層厚さが厚くなると、リムド鋼の場合は、濃厚偏析部を除いたコア部の平均のS偏析度は明らかに大きくなるが、キャップド鋼の場合には変わらないか^{131), 125)} 幾分大きくなる程度である¹²⁷⁾。(図4・4)。

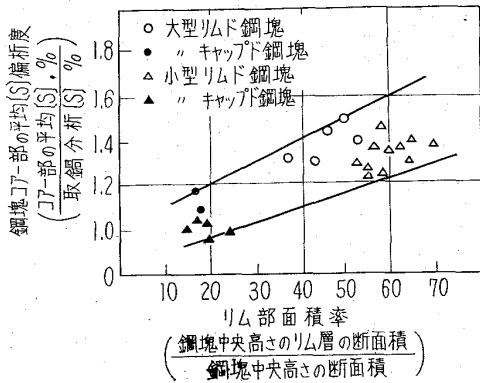


図 4・4 鋼塊コア部偏析とリム部面積率¹²⁵⁾

(c) 蓋打時間

蓋打時間は 1・5 min 程度のもので S-プリントにおけるリム層の状態が最もよいが表面性状を考慮すれば、2・5 min 程度がよい¹³⁰⁾。

(d) 加工

キャップド方式にしたことにより線材引抜時のカッピ一割れの減少¹³⁰⁾。鋼板のラミネーションの減少がみられた²⁷⁷⁾。

(e) 機械的性質

押蓋方式による鋼塊側面および底部寄りの負偏析の軽減により引張り強さの均一化が得られた¹³³⁾。

4・2・2 非金属介在物

非金属介在物についてリムド鋼は、4 件報告されているが、主として注入速度、注入方法、リミングアクションなど造塊条件によるものが多く、平炉の要因としては出鋼温度、[O] 化学成分について述べられている。セミキルド鋼は 3 件の報告がありおもに化学成分の影響が報告されている。キルド鋼については地疵を含めて 7 件の報告があり主に脱酸剤の使用法および鋼滓コントロールについて報告されている。

耐火物に起因する介在物についての報告は少ない。

(i) リムド鋼

(a) 鋳型内容鋼中の酸素量は、充分リミングアクションが行なわれる必要最小限度におさえた方がよいとするところもあり¹⁴²⁾(図4・5)、一方では鋼中酸素量ができるだけ多くし、かつ、わら束を投入してリミングア

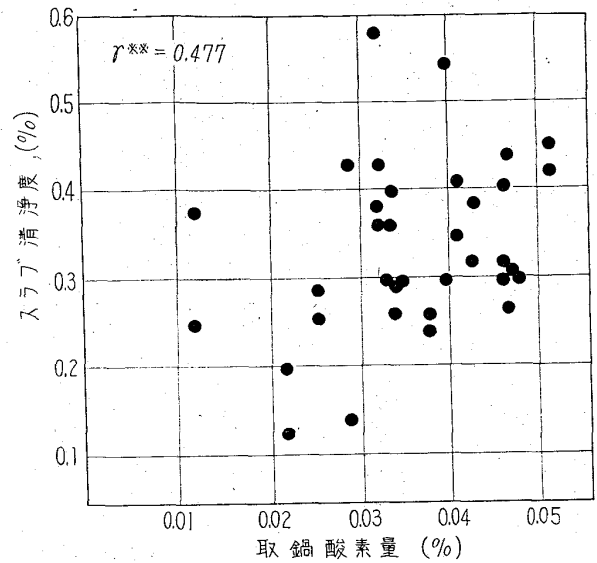


図 4・5 スラブ頭部試料清浄度と取鍋酸素との関係¹⁴²⁾

クションを長びかせ浮滓の巻き込みを防止させているところもある¹⁴⁰⁾。

(b) 注入方法別では下注材の方が MnO-SiO₂ 系介在物が存在し、このためエリクセン値が低下する¹⁴¹⁾

(c) 注入速度は 3・1~3・5 mm/sec の範囲がよい。

(d) 取鍋 [S] は 0・020% 以下まで下げないと効果的でなく¹⁴²⁾(図4・6)、[S] が多い場合には鋼塊頭部の偏析部にひも状あるいは球状の硫化物がでる。¹⁴³⁾

(e) 鋼塊中央部以下には酸化物が多い¹⁴³⁾。

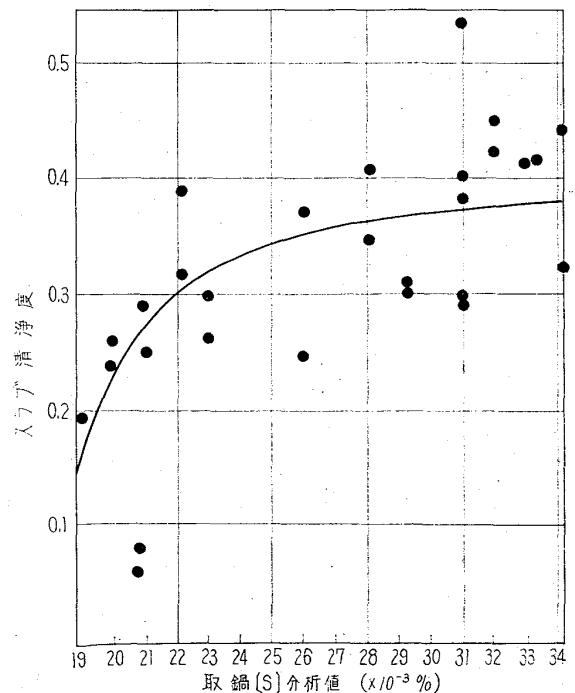


図 4・6 スラブ頭部清浄度と取鍋[S]量の関係¹⁴²⁾

(ii) セミキルド鋼

- (a) [S] が低いほど、A系介在物は少ない。
- (b) 加炭コークス量が増加するとA系介在物が増加する。
- (c) 炉内脱酸をしない場合は最終[C]が低下するほどA系介在物は増加する¹⁴⁵⁾(図4.7)。また、取鍋脱酸剤のSi/Al比が高いとA系介在物が多くなる(図4.8)¹⁴⁴⁾。

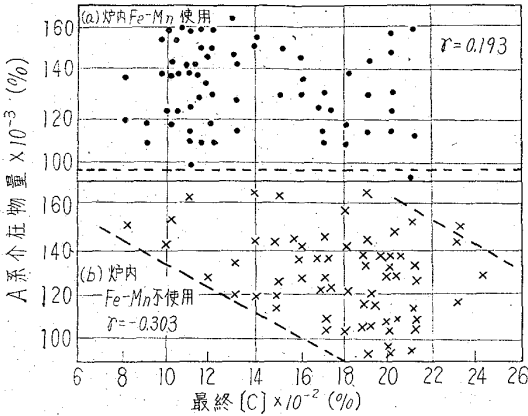


図 4.7 最終[C]とA系介在物量の関係¹⁴⁵⁾

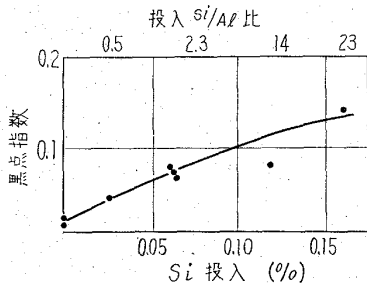


図 4.8 Si 投入量と黒点の関係¹⁴⁴⁾

(d) 炉内脱酸した場合には最終[C]に関係なく脱酸剤投入から出鋼終了までの時間が長ければA系、C系が減少する。

(e) [Mn]が高くなるとC系介在物が増加する。

(iii) キルド鋼

(a) 塩基度¹⁴⁷⁾ および空燃比をコントロールして最終スラグの(T・Fe)を下げ、[O]を低下させると効果的である。¹⁴⁹⁾

(b) 予備脱酸に使用したスピーゲル、FSi、FAIのうちではFeSiが一番すぐれている(図4.9)¹⁴⁹⁾

(c) 同程度の酸素レベルまで取鍋脱酸を行なうには、AlよりもSiで脱酸した方がB系介在物、地疵が減少する¹⁴⁸⁾。Al添加量を少なくするためパイプアルミ法、FAI法が使われているが¹⁵²⁾、FSiを使用するとCaSiAlよりもAl₂O₃を低減させる¹⁵⁰⁾。一方介在物の分析結果ではAlの添加量を増しAl₂O₃/SiO₂を大にした方が地疵が減少する(図4.10)¹⁹¹⁾。

(d) 取鍋[Mn]/[Si]比が高い方がSiO₂+

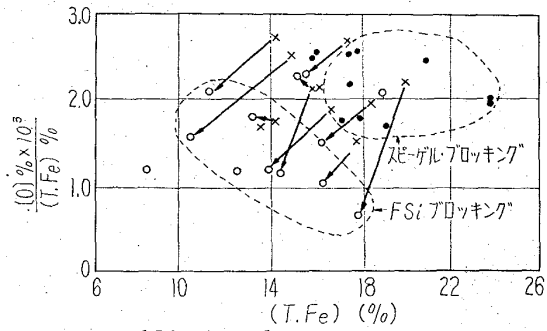


図 4.9 $\frac{[O]\% \times 10^3}{(T \cdot Fe)\%}$ と滓中(T・Fe)の関係¹⁴⁹⁾

- スピーゲルブロッキング (添加後10~15mm)
- x- Fe-Si ブロッキング (添加直後)
- o- Fe-Si ブロッキング (添加後 10mm)

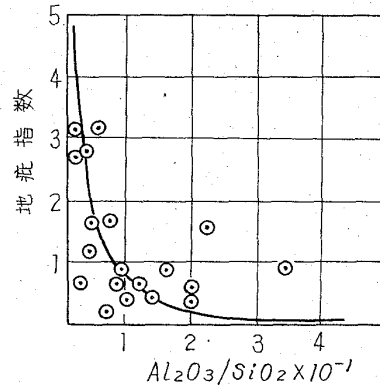


図 4.10 地疵と介在物組成¹⁹¹⁾

Al₂O₃が低くなる¹⁵⁰⁾。

4.2.3 パイプ疵

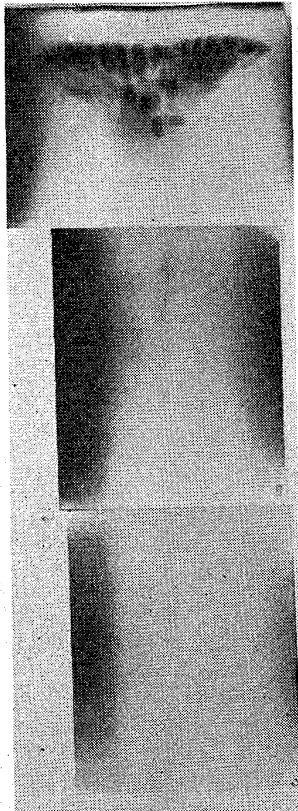
報告の大部分はキルド鋼についてであり、その成因別シュリンケージパイプ形状についてベータトロンによる一連の報告がある。パイプ疵減少の具体的な対策としては発熱保温剤の使用成績およびそれと水張法との比較が数社から報告され保温剤の使用傾向がうかがわれるが、また電弧加熱法についての報告も2件ある。実際に鋼板に発生したラミネーションの発生原因の解析を行なったものが3件報告されている。

(i) シュリンケージパイプ形状^{157), 158), 159)}。

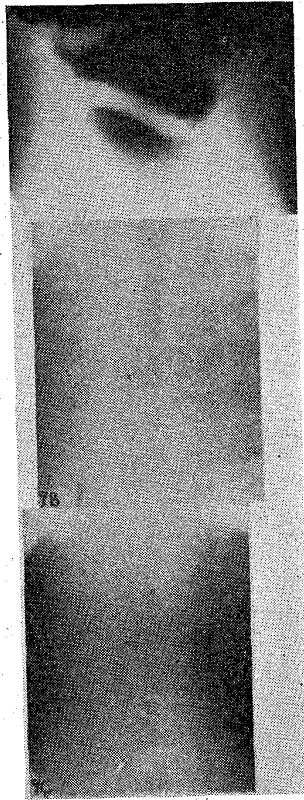
(a) シュリンケージパイプの形状は花形、円錐形、二段形などの種類に分類され同一一定盤内においても各位置の造塊条件、特に押湯効果および鑄込温度により同一のものとは限らない。

(b) 形状変化の要因としては溶鋼温度と押湯の状況が重要であり、鑄込み時の溶鋼温度が低いと二段形パイプが発生しやすい。押湯が十分にきいた場合にはパイプ容積が小さく長さも短かく外気の侵入してない(無酸化)花型パイプができる。押湯がきかず早期に湯引けした場合には内部が酸化し、パイプ容積は大きく長さも長い円錐形パイプができる。

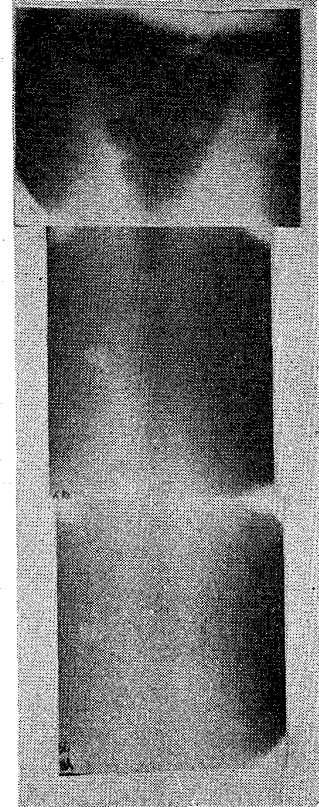
形状 花 形



円 錐 形



混 合 形



試料 押湯充分

注ぎ放し

押湯充分

写真1 パイプ形状の例

(c) 二段形パイプと頭皮の大きく破れた円錐形パイプは内面疵の原因となるが普通の円錐形パイプと花形パイプは影響しない(写真1).

(ii) 発熱押湯保温剤

(a) 大型鋼塊(15t以上)を水張法、木炭保温浮押杵法で造塊した場合にはシュリンケージパイプが発生して歩留が低下するので発熱押湯法が有効であるが^{164), 166)}. 1,500kg程度の小型鋼塊ではその効果は少なく木炭+モミガラのような代用品でも十分である¹⁶⁹⁾.

(b) 切捨部には[C]および[S]の偏析がみられる。鋼板のボトム側には超音波欠陥がありラミネーションとなる¹⁶⁸⁾.

(c) スリーブ発熱剤量は1.5kg/鋼塊t位まで下げ得る^{166), 167)}.

(iii) ラミネーション

キルド鋼板に発生したラミネーションの原因を解析した結果、ラミネーションの減少対策としては、つぎの点を考慮するとよい^{170), 171), 172)}.

(a) 溶落[C]を高くし出鋼前[C]も高い方がよい。

(b) 出鋼温度は1,640°Cをこえてはいけませんが、高い方がよい。

(c) (T·Fe)は低くし塩基度も低い方がよい。

(d) 出鋼前[Mn]は高くし成品[Mn]は低い方がよい。

(e) Al歩留が高くなるようにする。このためにはFAIを使用するとよい。

(f) CaSiによる脱酸も効果的である。

(g) 取鍋使用回数が新しいと発生しやすい(図4-11)。

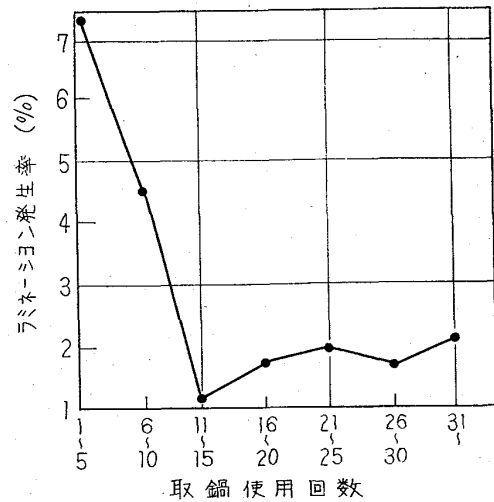


図4-11 取鍋使用回数とラミネーション発生率との関係¹⁷⁰⁾

4・2・4 資料総括表

大分類	中分類	題 目	資料 No.	会社工場	概 要	索引 No.
塊 の 内 部 欠 陥	4 ・ 2 ・ 2 ・ 1	大型鋼塊の偏析について	21-572	川鉄千葉	極軟リムド鋼の厚さ高さを増した鑄型に注入した(鋼塊重量 8 t→14 t). 鋼塊の大型化を厚さによつた場合は, 最大偏析部を中央部に近づけ偏析度を増加させる不利がある. 1140×622mm 断面の鋼塊を 2100mm から 2500mm に高さを増しても偏析の傾向は変わらず注入時のリミングアクションも良好であり, 歩留, 能率の点でも望ましい.	124
		リムド鋼塊形状の[S]偏析におぼす影響	22-607	八幡製鉄	2~20tのリムド鋼塊について偏析を調査した. (1) 濃厚偏析部の偏析度は鋼塊重量の増加に伴つて著しく増加する. (2) 濃厚偏析部の厚さは鋼塊厚さが小さくなれば相似する程度以上に偏析部の厚さは小さくなる. (3) 濃厚偏析部の位置は鋼塊厚さが小であるほどまた, 偏平度が大きであるほど頭部へ移行する.	125
		大型偏平リムド鋼塊の偏析について	23-622	富士室蘭	鋼塊の長辺, 短辺, 高さのうち, いずれが偏平リムド鋼塊の濃厚偏析に最も大きな影響を与えるか検討した結果, 短辺長さの影響が最も顕著で鋼塊高さがこれに続き, 長辺の影響は極くわずかであることがわかつた. 最高偏析位置は短辺厚さ 800mm までは短辺厚さの増加の増加とともに鋼塊底部側に移動するが, それ以上になると偏析のピークは二つに分れる. また偏析の範囲は短辺厚さが 550mm 以下あるいは 750mm 以上の場合にいちじるしい影響を受けるので, リムド鋼塊を大型化する場合, 短辺厚さは少なくとも 800mm 以下に制限すべきである. 偏析範囲を小さくするためにはトラックタイムは完全凝固時間に近いほど良く完全凝固時間の 30mm 前位になればピークの位置や偏析の範囲の変化は小さくなる.	126
		大型リムドおよびキャップド鋼塊の偏析について(鋼塊形状とトラックタイムの影響)	23-627	住金和歌山	リムド鋼とキャップド鋼について鋼塊の大きさ, 偏平度, トラックタイムの影響を調べた. (1) [C] 偏析, [C] 0.20% のリムド鋼では鋼塊高さ 75% 以上のところに偏析率の高い位置 (50~100%) があり, その位置以下では順次低下している. しかし, キャップド鋼では濃厚偏析部の値は幾分低く 20% 位置まではほぼ均一で取鍋分析値よりも高く, 鋼塊のごく低部でリムド鋼と同じ値になる. (2) [S] 偏析率は鋼塊の肉厚による差はほとんどなく薄肉の方が大の場合が多い. (3) トラックタイムは最大偏析値にとくに大きな影響はないがトラックタイムの短い場合に偏析率が高くなるようでありかつ偏平度が小さい鋼塊では最大偏析位置を下げる.	127
		大型キャップド鋼塊について	18-500	鋼管水江	リムド鋼に比しキャップド鋼の濃厚偏析位置は底部に移る傾向があるが偏析率は軽くとくに [P], [S] については差が明確である. 12t キャップド鋼のリム層は鋼塊頭部で 30~40mm 底部で 60~70mm でリムド鋼に比し 15mm ぐらい薄い. 16t 鋼塊の中心温度を連続測定したところ, 出鋼温度, 型抜時間, 鋼種の影響は小さく $D^{(2n)} = 1.1\sqrt{t(\text{min})}$ の式が得られた.	128
		鍛接管用低炭素リムド鋼塊の偏析について	21-573	鋼管川崎	極軟リムド鋼を単重 6t のキャップドおよびオープン鑄型に注ぎ分けた結果オープンリムド鋼塊の最高偏析部は鋼塊頭部から 8% 位置にあるのに対し, キャップド鋼塊のものは濃厚偏析部が見当らなかつた. このため製管後リムド鋼に見られた偏析によるラミネーションはキャップド鋼では著しく減少した.	129
		線材キャップド鋼について	14-372	富士室蘭	リムド鋼を線材に引抜加工中濃厚偏析によるカップー割れが発生したためキャップド鋼として調査した. (取鍋分析値 [C] 0.08, [Mn] 0.3% 鋼塊単重 6t) (1) 65×65mm への分塊歩留はリムド鋼とキャップド鋼との間	130

大分類	中分類	題 目	資料 No.	会社工場	概 要	索引 No.
鋼塊の内部欠陥	4・2・1				に差がない。 (2) 蓋打時間は鋼塊表面状況を考えると 2 min 30 sec 前後が適当である。 (3) チェック分析, 引張り強さについては蓋打時間 1min 30 sec のものが 5 min のものおよびリムド鋼よりも良好である。	
		キャップド鋼鋼塊性状と製造要因について	12-340	八幡製鉄	キャップド鋼のソリッドスキンの厚さにおよぼす要因と偏析について調査した。 (1) 注入速度が速いほど, また取鍋投入Al量が多くなるほどスキン厚さは薄くなる。 (2) キャップド鋼のコア部の偏析は取鍋下分析値と差はなく, また鋼塊頭部濃厚偏析は取鍋投入Al量が少なくなるにしたがつて小さくなる。 (3) 鋼塊単重が偏析度におよぼす影響はリムド, セミキルド, キャップド, キルド鋼の順に小さくなる。	131
		キャップド鋼の蓋打時間におよぼす影響について	20-547	住金小倉	[C]0.06~0.10%極軟鋼のキャップド鋼について蓋打時間におよぼす要因について調査した。(鋼塊単重 5 t) (1) 取鍋Al 使用量が減少すると蓋打時間が長くなり, Al 使用量が 150gr 以下になると Al の減量が蓋打時間に大きく影響する。 (2) 取鍋[O]と蓋打時間の関係は取鍋[O]の増加とともに蓋打時間は長くなる。 (3) 成品 C Mn が低下すると蓋打時間が長くなりかつバラツキも大きくなる。	132
		スライド式押蓋鋼塊の性状について	20-543	鋼管鶴見	同一溶鋼を普通リムド方式と注入中のリミングアクションを抑制する押蓋方式に注ぎ分け試験を行なった結果, 押蓋方式は鋼塊側面および底部寄りにおける[C]および[S]負偏析の軽減により引張り強さのバラツキを減少させるのに有効である。	133
		極軟リムド線材についての 2, 3 の検討	12-320	八幡製鉄	(1) FMn投入基準の検討, 極軟リムド線材 ([C]<0.08% [Mn] 0.40~0.60%) 製造時炉内 F Mn 700kg/ch 鍋内 200kg/ch から炉内 300kg/ch, 鍋内 400kg/ch に変更しても (1チャージは 60 t) 上注材の注入順位別の各鋼塊について[Mn]のバラツキに差がなく, また最終[C]の下げ方にも差物による[C]上昇が半減し炉内差物の減少は有利である。 (2) ピレット内の成分偏析について注入順位中央の鋼塊を 70 mmφ ピレットにしたところ, 典型的なリムド鋼組織を示しコアの濃厚偏析は鋼塊頭部 2/3 以上のところに生じこれは低グレードの鋼種に振向けられる。	134
		優良リムド鋼製造の検討	24-648	富士釜石	優良リムド鋼 (出鋼前[C]<0.08%以下) 製造のための脱酸剤 (Al, SiMn) および使用量を変えて試験を行なった。 (1) 溶鋼注入後蓋掛けまでの間に温度低下は認められず, 出鋼温度の高低にかかわらず鋳型内の温度は一定温度に収れんしており, 出鋼温度はリミングアクションに影響しないと考えられる。 (2) 鋳型内 Al 使用量が少ないとリム膨脹が負になり切捨長さが大になる。 (3) 極軟リムド鋼の取鍋脱酸剤としては Al 15kg または Si Mn 60kg/60 t 程度がよい。	135
		リミングアクション活性剤使用試験	22-600	富士釜石	CaF, NaF を主成分とした活性剤を[C]<0.12% と [C] 0.20~0.29%の 2 鋼種について調査した。 (1) コーナーサンプルにおけるプロホルの深さと活性剤の使用量の間には傾向は認められない。 (2) S-プリントにおいては偏析およびリム層厚に差は認められない。 (3) チェック分析の結果はC 活性剤使用量が大きい方が偏析がやや大, [S]についても[C]と同じ。	136

大分類	中分類	題 目	資料 No.	会社工場	概 要	索引 No.
4 : 2 鋼塊の内部部欠陥	4 : 2 : 1 偏析				(4) 地疵についてはとくに差は認められない。 (5) 活性剤の効果は明確でない	
		[P], [S]の 管材圧延成績 におよぼす影 響について	24— 652	鋼管川崎	管材の圧延成績におよぼす[P], [S]の影響を調査するため ①通常作業によるもの, ②低P, S銑を使用して通常どおり作 業を行なうもの, ③, ④に加えてえ装入石灰石の焼石灰による代 替増量, スケール前装入, 強制排滓, 脱酸剤に CaSi を活用す るなどの3種の操業の結果 (1) 低P, S銑使用によつて③, ④操業ではいずれも取鍋分析 値では[P], [S]は低下しているが, ③, ④間の差は小さい。 (2) ビレット検査は[P]+[S]でみた場合, 低炭素材では0.025 %以下, 高炭素材か C 0.028% 以下が望ましい。 (3) 管材の内部欠陥におよぼす影響としては高炭素鋼材では, [P], [S]ともに正相関がある。一方低炭素材では本調査領 域では相関性は認められなかった。	137
		リミング, ア クション活性 剤比較試験結 果について	18— 493	富士釜石	活性剤4種すなわちナトリム No. 1, ナトリム No. 2, ナト リム No. 3, 弗化ナトリウムについて噴煙, 頭部偏析, 底部内 部疵, 価格などを調査した。 (1) ナトリム No. 2, 3 は高価であるが活性効果は他より良 いといえず, ナトリム No. 1 は弗化ナトリウムと優劣をつ けがたい。 (2) 注入法別では下注の方が良いように思われる。 (3) 1, 2鍋間では特に差は認められない。 (4) 注入順序別でも差は認められない。 (5) 生産能力も考えて下注で得られる品質を上注法で得られ るように今後検討をする。	138
		小型リムド鋼 塊の製造につ いて	12— 332	東都製鋼	一般に製造が困難とされている小形リムド鋼塊, とくに高さ に比し, 断面の小さい, 細長小断面の鋼塊をリムドで生産す ることができれば, この種の小形, キルド鋼塊における諸問題の 解決に有効であると考え, 小型鋼塊の内部性状と製造条件の関 係につき調査した。鋼塊重量 200kg 以上では良好なリムド鋼 塊を作り得るが, 細長小断面の小形リムド鋼塊の製造は, 断面 の大きい鋼塊に比し溶鋼中のガス含有量, 鑄込温度, 鑄込速 度, キャップの時期などの造塊条件が鋼塊品質とくに頭部凝固 状況および内部性状に大きな影響をおよぼす。	139
4 : 2 : 2 非金属 介在物	4 : 2 : 2 非金属 介在物	リムド鋼厚板 の断面割れ防 止の一方法	11— 291	川鉄葺合	リムド鋼厚板に発生する介在物噛み込みによる断面割れを減 少させる目的で薬注入により良好な結果を得た。 (1) 出鋼温度を 1610°~1630°C に規正すれば相当減少する傾向 がある。 (2) 注入速度を 3.1~3.5mm/sec. に規正すれば減少する傾向 がある。 (3) 鋼中酸素量が多いほど減少する傾向がある。 (4) 注入末期, 薬束を投入して鋼塊頭部を保温することにより リミングアクションを長引かせて浮滓の巻込みを防止すれば 断面割れの発生は半減する。	140
		薄板のエリク セン値におよ ぼす上注下注 材の差につ いて	15— 421	富士釜石	[C]0.16%前後のリムド鋼を上注および下注に注ぎ分け 1.2 mm の薄板で試験した。下注材の場合 MnO-SiO ₂ 系介在物が 多量に存在した上注材よりエリクセン値は低下する。	141
		リムド鋼の非 金属介在物に およぼす精錬 脱酸の影響	21— 571	富士室蘭	大量酸素使用と鉾石精錬との場合を比較調査した。 (1) 出鋼前には差があるが取鍋試料では脱酸剤投入の影響をう け明確な差は認められなかった。スラブの介在物の量, 形状 種類 (組成) を決定づけるものは取鍋分析[S]と酸素量 (鑄 型内脱酸) および[Mn]である。 (2) 酸素は十分リミングアクションを行なわせるのに必要な最	142

大分類	中分類	題 目	資料 No.	会社工場	概 要	索引 No.
鋼塊の内部欠陥物	4・2・2 非金				少量におさえ、[S]は0.020%以下まで下げないとその効果は著しいものではない。	
		極軟リムド鋼 Sの偏析のミクロ的分布状況と振り試験の破断面との関係	18-492	富士室蘭	リムド鋼のマクロ的な[S]の偏析と対応させミクロ的な硫化物系介在物の分布状況を調査し、ついで振り試験の破面におよぼす[S]偏析の影響を調べた。 (1) 鋼塊頭部の[S]の偏析部では一次晶の境界にひも状の硫化物が析出し酸化物系の介在物は少ない。ひも状の硫化物が多量に析出するのはスラブのチェック分析の[S]の値が0.110%以上の場合であり、球状の硫化物が多量に析出するのは、0.065%程度からである。(これらの場合には二枚板発生の危険がある。 (2) 鋼塊中央部では介在物の数は減少し比較的大きいMn系硫化物とMn系酸化物の二相よりなる介在物とMn酸化物を主体とする非常に小さい介在物からなる。 (3) 鋼塊底部では介在物の数は著しく減少している、Al ₂ O ₃ 系を含む大型の介在物が存在することがある。	143
		セミキルド鋼の介在物について	16-445	八幡製鉄	取鍋で使用する脱酸剤の投入比や投入量を変え、また取鍋用耐火物を変更してセミキルド鋼塊のサルファプリント上の黒点に関しつぎの諸点を明らかにした。 (1) 黒点は巨大な珪酸塩または細い硫化物の密集したものである。 (2) 脱酸剤としてトリベで投入するSiとAlの比Si/Alが高くなると黒点は多くなる。 (3) 黒点には[S]が関係していて、それが高いほど多くなる。 (4) 取鍋煉瓦に高アルミナ煉瓦を使用すると黒点は著しく減少する。以上の結果からこの黒点の少ないセミキルド鋼が望まれるならば[S]を低くSi/Alの投入比を小さくすれば良い。また取鍋煉瓦に高アルミナ煉瓦を使用すればSi/Alの投入比が2.0程度でもその目的が達せられる。	144
		セミキルド材の非金属介在物と製鋼要因の関係について	22-606	八幡製鉄	取鍋下介在物と製鋼要因の関係を調査した結果セミキルド鋼中の介在物量を減少せしめるためにはつぎの点を注意する。 (1) 脱酸の強化による成品[S]の低下 (2) 最終[C]下げ過ぎ防止、および加炭用コークス量の減少 (3) 灰分の少ない加炭剤の採用 (4) 炉内脱酸剤投入後出鋼終了までの時間を長くする。	145
		厚板材B疵減少に関する製鋼分塊一貫試験について	12-355	八幡製鉄	セミキルド鋼板に微小な風入り疵(B疵)が発生しこれは、[H]とSiO ₂ 、Mn S系介在物に起因することがわかった。ついで[H]減少対策として精錬分塊冷却まで一貫した試験をした結果、精錬中減少した[H]は出鋼直前に還元し効果的でなく分塊後の徐冷による拡散の促進が一番効果的であつた。	146
		複合脱酸剤の検討(第1報 SiMn 使用の検討)	11-293	八幡製鉄	[C] 0.15%程度のキルド鋼製造時最終スラグ塩基度を2.7~3.3に調整し炉内ブロッキングは行わず冷銑によるリポイルングを行ない、SiMn 300kg/装入 78 t/chと800kg/chについて検討した。 (1) SiMnからの加炭量が少ないのでリポイル前[C]を高くすることができ、Al歩留は向上し、Al使用量を減少することができる。 (2) [Al]およびMnの歩留には差が見られない。 (3) [Al]が高いとB系介在物は増加する。しかし、SiMnを増加したチャージはC系介在物の減少が著しく同一[Al]の範囲ではA系、C系が減少を示し介在物値で明らかに良好な結果を得た。	147
		ポイラーチューブ用低炭素鋼脱酸方法の	11-309	鋼管川崎	Si含有量が0.21~0.24%のS材と0.12~0.15%のP材とについて検討した。 (1) クリーブ性質については両者に差がない。	148

大分類	中分類	題目	資料No.	会社工場	概要	索引No.
4・2・2 鋼塊の内部欠陥	非金	検討 (Si含量の影響)			(2) 脱酸の程度 (酸素含量) にも差がない。 (3) P材よりS材の方が Al_2O_3 含有量および鋼塊中心部の介在物が少ない。 (4) 砂疵についてはS材の方が個数が少なく総長さも短い。 (5) 鋼塊外周部の砂疵は SiO_2/Al_2O_3 比が高く、これに反して鋼塊内部の砂疵および介在物は脱酸生成物に起因するものが多い。	
		管用低炭素キルド鋼の溶製について	23-623	鋼管川崎	管用低炭素キルド鋼の溶製時の具体策として空燃比コントロール, 予備脱酸剤, 鑄込方法の検討を行ない, 地疵と圧延成績への影響を調べた。 (1) 精錬期の鋼滓中の (T・Fe) 含有量は塩基度および空燃比コントロールによつて低下し溶鋼中の [O] % を低下させることができる。 (2) 予備脱酸にスピゲル, FSi および FAI を使用したが鋼浴および鋼滓の総合脱酸の点では FSi がすぐれた効果がある。 (3) 地疵の平均総長さは下注法の方が著しく良好である。 (4) 継目無鋼管の圧延結果は地疵の低減によつて歩留が向上した。	149
		高炭素キルド鋼の非金属介在物	17-468	川鉄葺合	高炭素キルド鋼の精錬造塊過程における非金属介在物の挙動ならびに Ca, Si, Al および FAI 合金使用による脱酸効果を比較検討した。 (1) FAI 合金は取鍋残留 Al_2O_3 および $SiO_2 + Al_2O_3$ 低減のためには CaSiAl 合金より有効であり, とくに残留 Al_2O_3 の低減には効果的である。 (2) 脱酸前 [O] および取鍋 [Mn]/[Si] 比と取鍋残留介在物 $SiO_2 + Al_2O_3$ の間には相関係が存在する。残留 $SiO_2 + Al_2O_3$ 低減対策としては [Mn]/[Si] 比は許容限一杯に大にすることが望ましい。	150
		中型鋼曲げ試験時に発生する割れ疵におよぼす製鋼要因の検討	12-349	富士室蘭	中型鋼材曲げ試験時に発生する割れ疵の原因のうち製鋼要因として Mn 含有量の高低ならびに脱酸剤の使用に Ca ついて調査した。 (1) [Mn] 0.60% 以上のものが [C] の低い傾向にもなり曲げ試験を向上させる。 (2) 上注, 下注または, 注入順で鋼塊間に差があるがその差は小さい。 (3) CaSiMn 脱酸剤を使用すると清浄度は良くなる傾向があるが曲げ試験には効果がない。	151
		鋼材の地疵生成におよぼす二三の脱酸条件の影響	20-545	鋼管技研	地疵防止対策として電気炉により Al の使用方法の検討を行なった。 (1) Al の添加量は脱酸に必要なとする範囲で極力少なくすることが望ましい。 (2) Al 添加法は地疵には直接影響はないが Al の効率の点から特殊添加法 (パイプ法, フェロアルミ法) が良い。 (3) Al 添加時期は FMn, FSi 添加後に行なうべきである。 (4) Al としての添加量が等しくなるような用い方をすれば複合脱酸剤の効果は現われない。	152
		地疵の成因について (第1報)	24-651	鋼管技研	管用低炭素鋼の地疵と取鍋下試料の介在物との関係を調査した。 (1) 介在物量と組成とはともに地疵に影響しており, とくに組成の影響が大きく Al_2O_3/SiO_2 を大ならしめると好結果が得られる。 (2) Al_2O_3/SiO_2 を大ならしめるには脱酸前の酸素が一定の場合, Al の添加量を増加させ, Al 添加量一定の場合には脱酸前の酸素量を減少させればよい。	153

大分類	中分類	題 目	資料 No.	会社工場	概 要	索引 No.
4・2・2 鋼塊の内 部欠陥	4・2・2 非金 属 介 在 物	塩基性平炉精錬における鋼浴中の非金属介在物の挙動	19-517	日鋼室蘭	<p>炉内採取法の試料により介在物の挙動と溶解精錬状況との関係を報告する。</p> <p>(1) 酸化期 A系および C系介在物はともに減少し差物投入直前にて最小値を示す。C系介在物は脱炭速度の増加にともなうて減少量が增大し、A系介在物と脱炭速度とは関係が認められない。溶浴では鋼浴中酸素量とC系介在物とはほぼ比例する傾向を示した。鋼浴中のA系介在物量は[S]にほぼ比例する。</p> <p>(2) 仕上期 差物投入により、A、C系介在物は増加しC系介在物はSiMnを投入した出鋼前で最も高値を示す。鋼浴中酸素量によつては介在物の測定値は影響を受けない。</p> <p>(3) SiMn添加後より铸込まで、SiMn添加後、出鋼まで5~10mnではC系介在物は増加の傾向にある。トリベにおける溶鋼の保持時間の長いものはC系介在物が著しく減少している。</p>	154
		下注作業における二三の改善(耐火物起源介在物の減少)	24-654	八幡製鉄	<p>下注キルド鋼塊をビレットにする際に発生する耐火物起源とみられる介在物によるシーム割れが減少対策の結果1/4~1/2に減少した。</p> <p>(1) 完全にモルタルなしのチャージがもつとも成績良くほとんど問題なくなる。</p> <p>(2) 注入管とキング煉瓦の継目から侵入するモルタルがもつとも問題でありついで各煉瓦の空目地による侵入がこれについて多い。</p> <p>(3) 取鍋にモルタルを多量使用したチャージはほとんど注入初期に混入する。</p> <p>(4) 注入順では注入初期が発生多く末期ほど少ない。</p> <p>(5) 下注材の場合鋼塊底部から中央部にかけて多い傾向がある。</p>	155
		取鍋内溶鋼温度の測定法と鋼塊におよぼす二、三の影響について	11-290	大阪製鋼	<p>通常出鋼後の铸込温度を正確に把握することは諸種の作業条件に制約されて困難であるが、铸込温度の日常測定のために、再結晶熔融アルミナ管で保護した白金ロジウム白金熱電対をストップパー内に取付け、溶鋼温度を連続的に測定するとともに、注入速度、収縮孔、非金属介在物の関係を調査した。注入速度との関係はノズルの溶損が大きな要因として入ってくる。収縮孔については注入温度との関係を調査したが温度よりも他の原因が大きく影響する。非金属介在物、清浄度は、注入温度よりはむしろ在鍋時間に大きく左右される。</p>	156
		ベータートロンによる鋼塊内質調査(第1報)	15-414	鋼管川崎	<p>310φ×1150mmの管用低炭素キルド鋼塊のシュリンケージパイプをベータートロンにより写真撮影しパイプ形状と注入位置内面疵状況の関係を調査した。</p> <p>(1) シュリンケージパイプの形状には大きくわけて、ブリッジ型と八手型があるが、これは脱酸によつてきまるものではない。</p> <p>(2) ブリッジ型は注入管の近くにできやすい。</p> <p>(3) パイプの長さは同一定盤内でもかなり差があり注入管の近くと湯道の末端のものは比較的短い。</p> <p>(4) 2段型のものは内面疵の原因となる。</p>	157
		ベータートロンによる鋼塊内質調査(第2報)	17-462	鋼管川崎	<p>上記と同サイズの鋼塊で溶鋼温度と水かけ押湯量を変化させた。</p> <p>(1) 水かけ量が多くなると頭皮が厚くなる傾向があり、頭皮の厚いものは花型(八手型)になり薄いものは円錐形(ブリッジ型)になりやすい。</p> <p>(2) 溶鋼温度が低いとパイプの長さが短くなる傾向がある。</p> <p>(3) 押湯なしにすると形は円錐形となり頭皮は薄く長さは短くなる。</p>	158

大分類	中分類	題 目	資料 No.	会社工場	概 要	索引 No.
4 2 鋼 塊 の 内 部 欠 陥 疵	4 2 3 パ イ プ	ベーター・トロ ンによる鋼塊 内質調査 (第3報)	19— 535	鋼管川崎	(1) 押湯のきいた鋼塊は花型パイプを形成しこれは押湯なしの鋼塊にできる円錐形パイプよりも容積が小さい。水張り、押湯とも不十分の場合には頭皮が薄くなり外気の侵入が行なわれる。 (2) とくに製管上悪影響をおよぼすパイプ形状は二段形と頭皮の大きく破れた円錐形パイプで、いずれも内面疵の原因となるが、普通の円錐形と花型パイプはとくに影響はみられなかった。	159
		押湯保温材試 験結果	13— 364	大和製鋼	自社製 CaSi 系保温材を使用試験した結果 [Mn], [Si], [C] の頭部偏析部が本体に入り鋼塊本体の健全性に問題がありまた発熱反応後の断熱効果も悪かった。保温効果も小型鋼塊から大型鋼塊になるにつれてうすれてゆくの、この点を解決するためにフォセコ社製保温材フェラックス, 10I を使用して押湯量を低減し、鋼塊本体の健全性とくに偏析に留意して試験を行なった。結果は押湯保温の効果が大きく、押湯重量比を5%まで下げ得ることがわかった。なお偏析は少なく、押湯下部の健全性は CaSi 系に比し数段優れており、パイプ深さにボツキが少なく、鋼塊歩留の向上に有利である。	160
		大型キルド鋼 塊における電 弧加熱試験結 果	17— 464	鋼管鶴見	大型偏平キルド鋼塊を新電弧加熱設備により加熱時間の決定試験を行ない鋼塊頭部外観、超音波探傷、発熱量から検討した結果、加熱時間が短いほど欠陥反射部の長さが大きくなり、また電弧加熱時間が同じ場合には型抜時間が短いほど欠陥反射部の長さが大きくなる。結局加熱時間は KD 12 鋳型は 3 h 30min, KD 15 鋳型は 4 h 10min, が適当である。	161
		新設電弧加熱 設備について	24— 661	鋼管川崎	台車造塊に電弧加熱設備を設置し稼働を開始した。 (1) 分塊圧延後鋼片にはパイプは全く見当たらない。 (2) 高炭素材, 低炭素材, とも頭部の成分偏析, 変動はない。 (3) 歩留は従来法に比べて7%向上した。 (4) 諸原単位, 電力—20 kWh/t, 電極—0.1 kg/t, 鋳型—8 kg/t, フラックス—1 kg/t.	162
		水張りキルド 押湯法に關す る一考察	12— 354	八幡製鉄	(1) 水張り押湯法では注入時間, 押湯時間が長くなるにつれ, パイプ量は減少する。 (2) 径 50mm の湯道を使用した場合, 押湯時間は, 2.5 min が限度であり 4 t 鋼塊のパイプ量は1%程度になる。 (3) 湯道の径を増加すればパイプ量は小さくなる。	163
		大型鋼塊にお ける発熱押湯 保温剤の試験 結果	15— 407	川鉄千葉	大型キルド鋼で電弧加熱法, 発熱押湯法, 発熱押湯水張法の比較試験を行なった。 (1) 頭部切捨率は電弧法, 発熱法とも7%で水張法は17%で著しく悪い。 (2) 各法とも製品には偏析がないが電弧法, 発熱法には切捨部に偏析がある。 (3) 台車造塊の場合電弧法では路線が使えなくなり工程上問題がある。 (4) 作業は水張法, 発熱法, 電弧法の順に複雑になる。 (5) 原価は水張法, 発熱法, 電弧法の順に高価になる。	164
		6 t 角型押湯 付鋼塊の凝固 について	19— 524	鋼管川崎	注入後わら灰を使用した押湯付き 6 t 鋼塊の凝固について調査した。凝固完了温度は 1460~1470°C 凝固時間は 2hr20min であるが丸型押湯は角型押湯よりも凝固時間が遅く押湯比も, 15—12.5% と 2.5% 少ない。丸型押湯の場合のビレットのマクロ組織も角形押湯の場合と同様良好であった。	165
		大型キルド鋼 塊の頭部保温 について	20— 544	鋼管水江	台車造塊方式の18 t キルド鋼塊の保温方法をいかにするか検討を行なった。 (1) 木炭保温浮押棒方式では二次パイプが残り, はなはだしく歩留が悪い。	166

大分類	中分類	題 目	資料 No.	会社工場	概 要	索引 No.
4・2 鋼塊の内 部欠陥	4・2・3 パ イ ブ 疵				(2) 13 t 鋼塊 (断面1400×620mm) までは煉瓦枠に粉末保温剤 3kg/t の使用で良い。 (3) 断面 1680×750mm 鋼塊には二面の発熱スリーブで良いがさらに断面の厚い 1440×880mm 鋼塊には四面スリーブを必要とする (発熱保温剤は両者とも 2.2kg/t スリーブ 発熱剤量は減らしても超音波欠陥は深くない。	
		押湯用発熱煉瓦の比較試験	20—546	富士広畑	フォセコのフィーデックス (従来品, 試験品) とM社と A社の発熱スリーブの4種を使って鋼塊を作りスラブの超音波探傷により分塊歩留と押湯原価の検討を行なった。 (1) A社のものはやや引けが少なく鋼塊内部に収縮孔が残るようである。 (2) 探傷結果はフィーデックス従来品, フィーデックス試験品, M社, A社の順に悪くなるが, フィーデックス従来品の購入価格は者のうち最も高い。	167
		キルド鋼に対する水張法と発熱スリーブ法の比較	23—625	大和製鋼	3 t 偏平鋼塊で発熱スリーブ法と水張り法を比較した。 (1) 鋼塊手入重量には差はない。 (2) 切捨部には〔C〕と一部に〔S〕の偏析が認められる。 (3) 発熱スリーブ法はボトムに多く超音波欠陥が発生しラミネーションとなるのでトップ側に寄せて育す必要がある。	168
		キルド鋼塊押湯保温方法の検討	24—672	日新尼崎	発熱性押湯保温枠と粉末保温剤の代用品を 400mm φ の1.400 t 鋼塊で試験した。 (1) 煉瓦枠と粉末剤を使用した鋼塊は押湯切捨部10%ぐらいであるが発熱枠に粉末を使用したものの超音波不良部は7%ぐらいである。 (2) 粉末保温剤使用量を 3kg/鋼塊1本から 1kg に減少しさらに木炭保温とした (重油付着モミガラ併用) とし超音波不良部は変わらず偏析の異常もなかった。	169
		キルド鋼造船用鋼板のラミネーションについて	21—575	富士広畑	アルミキルド鋼板のラミネーション発生におよぼす各種要因を調査した結果つぎの事項が明らかとなった。 (1) 後ナベの方が発生しやすい。 (2) 出鋼前〔C〕の低い方が発生しやすい。 (3) 出鋼前〔Mn〕の低い方が発生しやすい。 (4) (T・Fe)の高いほどまた塩基度の高いほど発生しやすい。 (5) 出鋼温度の低い方が発生しやすい。 (6) 取鍋使用回数が新しいほど発生しやすい。 (7) Al 歩留の悪い方が発生しやすい。 (8) 同一鋼塊→鋼板の圧延比では鋼塊→スラブの圧延比の低い方が発生しやすい。	170
		微小二層疵と製鋼条件との関係	11—286	日鋼室蘭	(1) 差物の量, 添加方法を種々変えて微小二層疵に対する実用試験を行なった結果, 差物に Al を混入して同時に投入する方法, 炉内脱酸, 従来の基準方法の順序が良好であった。また Al 量を減少するのは効果がある。 (2) 一般的に出鋼温度は 1620°C 以上が良いが 1641°C 以上に高すぎても悪く, 成品〔Mn〕の高いものに不良が多い。	171
		ラミネーションに関する考察	12—335	日鋼室蘭	(11—286 の続報) (3) 溶解 (C) は 0.70% 以上を保ち, 軟溶解は避けるべきである。 (4) 取鍋添加 Al についてはショット Al より少量の FAI で同じ sol. Al が得られ不良率も半減する。 (5) CaSi を使用したチャージの不良率は使用しないチャージより低い。	172
		セミキルド鋼の下注造塊法について	23—624	鋼管川崎	上注法のスブラッシュによる表面疵防止, 下注法押湯による鋼塊頭部の淬入, パイブ疵防止, 造塊能率向上のため条鋼材用鋼塊を下注法で製造した角鋼片の検査成績では平炉鋼上注材に	173

大分類	中分類	題 目	資料 No.	会社工場	概 要	索引 No.
4. 内部欠陥	4.2.3				比較して一級合格率は同程度であるが一級合格材中の無疵率は高い。同様に型鋼では一級合格率が高い。これらの脱酸剤は FMn を炉内とナベ内に、5~11kg/ch の Al と 50kg/ch の FSi をナベ内に添加した。鋼塊は 6t×4 本立×2 定盤で注入速度は 220~300mm/min であった。	

4.3 鋼塊の表面欠陥

4.3.1 割 れ 疵

(i) 造塊条件の影響

(a) 注入温度

割れ疵におよぼす注入温度の影響について論じられている報告は意外に少なく^{174), 175)} これらの結論も注入温度が高いと割れ疵を誘発するという従来の概念を肯定している。そして各製鉄所ともイメージンパイロメーターの採用によりかなりきびしい出鋼温度の管理が可能になり、注入温度による割れ疵のトラブルは一応解決されたとみるべきであろう。

(b) 注入速度

高速注入は割れ疵に対し悪影響を与え、その程度は上注法に著しく、低速注入が望まれる^{174), 175), 182)}しかし低速注入を行なうことは生産性の低下を意味することであり、品質と生産性、さらには作業方法の検討などが報告されている。すなわち、八幡製鉄は低炭リムド鋼の場合には 1.6m/min 程度の注入速度までは割れ疵、スプラッシュ、二重肌などの鋼塊品質に影響を与えないことを明らかにした¹⁷⁶⁾。また、川鉄千葉は Si-Mn 系キルド鋼塊製造の場合に 2 本鋼塊同時注入のタンディッシュを用い、作業能率と品質を両立させている¹⁸³⁾。さらに作業能率の他に注入の変動をできるだけ少なくするために、ダブルストッパーの使用も報告されている¹⁸⁵⁾。このように今後も鋼塊品質を劣化させずに生産能力を上げる研究が進められよう。

(c) そ の 他

リムド鋼においては、分塊後の鋼片の割れと造塊時における頭部状況との間に密接な関係がある^{177), 184)}。これらの報告によると、頭部の膨脹が大きいほど割れ疵が著しいが、引け気味の鋼塊ではメカニカルパイプによる分塊歩留の低下を招くのでフラットな頭部形状が望ましいとしている。

(ii) 鑄型による影響

(a) 設計上の問題点

コルゲートの効果について 2 社が報告している。すなわち鋼管鶴見では 6 t のセミキルド鋼用の偏平鑄型について緩急二種のコルゲートをつけ試験を行なった結果、きついコルゲートのついている鑄型の方が割れ疵の発生率は少なくコルゲートの効果を認めている¹⁸⁶⁾。また八幡製鉄では 16 t のセミキルド用偏平鑄型のフルートの有利

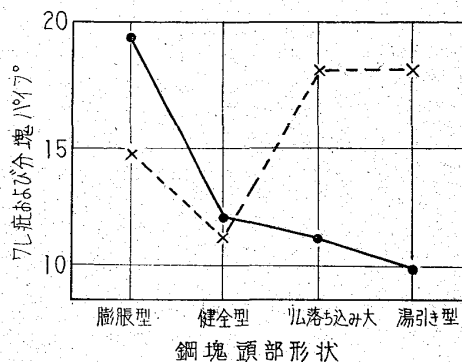


図 4-12
鋼塊頭部形状
とワレ疵およ
びパイプ落ち
との関係

性を検討した結果、鑄型が古くなると差は認められないが新しいものはフラット鑄型より表面疵に対して有利である、と一応の効果は認めている¹⁸⁷⁾。しかし両者とも鑄型の使用回数、修繕などの面で問題があることも指摘している。

(b) 使用上の問題点

使用時の鑄型温度は低いほど健全なスキンを形成し割れ疵は減少する¹⁷⁵⁾、また使用回数が進みクレージングの発生している鑄型を使用すると割れ疵の発生をうながす^{182), 183)}。

(iii) 溶鋼成分の影響

中炭キルド鋼の場合析出する AIN の影響を受け割れ疵が発生しやすい。そのため Ti を添加し N を TiN の形で固定して AIN の析出を完全に抑制し割れ疵を防止できると報告されている¹⁸¹⁾。同様に AIN の影響と思われるが Si-Mn 系高張力鋼でも sol-Al が多くなるにしたがつて割れも著しくなるので、割れ疵の対策として、sol-Al を 0.05% 以下におさえている工場もある¹⁸³⁾。一方 SC 材においては sol-Al 0.010~0.025% の範囲で含有率が増加するにつれて横割れが減少するとの報告もある¹⁷⁴⁾。軟鋼線材について中山船町では鋼塊の割れ疵と溶鋼成分との対応について解析したところ。

- 1) [C] が低く過酸化の鋼は割れがでやすく、したがって精錬末期にブロッキングを行なう。
- 2) [Mn] が低いと、また [S] が高いと割れ疵を発生しやすい。
- 3) 復磷を伴うような高温精錬は割れ疵を発生しやすい。

などの結果を得ている¹⁷⁵⁾。

一方前述の SiMn 系高張力用鋼塊では [C] [Si] [Mn] が高いと割れ疵によくないと述べている。

リムド鋼塊の場合には成分の割れ疵におよぼす影響は

少ないようだが[S]が高くなるほどスラブの表面疵は増加する。特に[Mn]/[S] ≤ 12になるとその影響が著しいので[S]を下げ[Mn]/[S]を上げる必要がある¹³³⁾。

4.3.2 スプラッシュ

スプラッシュは上注法においては避けられない問題で各所で種々検討されている。富士釜石では注入時間特に注入初期の絞り時間が短かければスプラッシュの付着量は少なくまた付着しても溶解する量が多くなり鋼塊の欠陥となつて残り難いと述べている¹⁸²⁾。八幡製鉄ではまた注入時の溶鋼流とスプラッシュの関係について水を用いた模型実験を行ない、乱流になるとスプラッシュが発生しやすいことを指摘している¹⁸⁹⁾。一方、富士釜石ではテーパ付の特殊ノズルと普通ノズルの使用比較試験をおこない、注入流の観察と鋼塊表面の比較調査を行なつた。その結果テーパ付の特殊ノズルでは整流になりキルド、セミキルド鋼塊のスプラッシュ、二重肌が減少した。しかし、リムド鋼では特にその効果は認められなかつた¹⁹⁰⁾。前述した八幡製鉄ではリムド鋼品質におよぼす注入速度の影響についておこなつた試験のうちでスプラッシュについても言及しており、注入速度は1.8m/min程度まではスプラッシュの他に二重肌にも影響はないとしている¹⁷⁶⁾。

八幡製鉄が高速映画を用いて観察したところスプラッシュ缶は有効ではあるが短時間で溶けて倒れてしまうので早期に溶鋼流を安定させる必要があることを指摘している¹⁸⁹⁾。スプラッシュ缶の材質については従来から使用されている鉄板にかわつてプレスボードの試用が報告されている。それらによると、鉄板製のものと同等の効果が得られるが注入直後の燃焼による炎がはなはだしく作業性を害するほかに熱い定盤の上にセットすると注入前に燃焼してしまうなど検討すべき問題が残されている^{191), 192), 193), 194)}。

鑄型内面に塗布された塗料によつてスプラッシュの付着が防げるとの考えから各種鑄型塗料について検討したところ、タール・クレオソートなどよりも水溶性有機物質がすぐれていることが報告している¹⁹⁵⁾。

小型鋼塊(500 kg 前後)を下注ぎする場合のスプラッシュは注入中に発生または混合されたガスが原因とされている。吾嬭製鋼では鋼管鶴見の犠牲鑄型使用による鋼片疵防止試験(第1回製鋼部会発表)に引続いてガス抜きをつけた注入管を用い大幅な効果を上げている¹⁹⁶⁾。

4.3.3 二重肌

二重肌の成因としては、種々考えられるが今回の報告

では、急速注入の結果もたらされる湯踊りの現象によるもののみであつた。

すなわち住金小倉の模型実験の結果では注入管内に巻き込まれた気泡により、下注鋼塊下部に二重肌が発生するとの結論を得ており、その対策としてはスプラッシュ管の使用が効果的であることを確認している¹⁹⁷⁾。これと同様富士釜石でも下注法における二重肌の有効な対策としてスプラッシュ管の使用をあげている¹⁹⁹⁾。

上注法は下注法に比して二重肌の発生が著しく、これもスプラッシュ管の使用により大幅に減少することも報告されている²⁰⁰⁾。二重肌におよぼす注入温度の影響については、富士釜石、愛知製鋼は注入温度が高いほど二重肌の発生率は減少すると一致した結論を出しているが、¹⁹⁹⁾, ¹⁷⁴⁾ 注入速度については、愛知製鋼は二重肌に不利に働くとし、¹⁷⁴⁾、一方富士釜石では関係ないとしている¹⁹⁹⁾。

また、キャップド鋼塊の二重肌については、鑄型 A1 添加量の影響が大きいので住金と歌山ではこの対策を検討している²⁰¹⁾。

成分との関係については富士釜石がセミキルド鋼の取鍋[S]を低く保つことが有効であることを報告している。¹⁹⁸⁾

4.3.4 鑄込みじわ

中山船町では下注リムド鋼の湯じわについて検討している。すなわち注入管に隣接する鋼塊に湯じわの発生が著しく、これに新しい鑄型を使用すれば良好な結果を得ることから30回までの鑄型を注入管に隣接する部分に使用し、さらにこれに押板としてタール煮の杉板を用いる²⁰²⁾。

作業を行なつているまた上注キルド鋼では鑄型塗料を使用することによりスプラッシュやスキンホールとともに二重肌も減少する²⁰⁴⁾。

4.3.5 レンガ疵

下注キルド鋼の定盤レンガの接合部に使用されたモルタルが巻き込まれ表面疵となつていたが接合部の間隔をなくしモルタル使用を中止したところレンガ疵の発生率約%に減少したと吾嬭製鋼は報告している²⁰³⁾。

4.3.6 スキンホール

スキンホールの大きな原因として脱酸度の不適があげられるが、脱酸度が強ければスキンホールに対してよい影響を与えることを富士釜石、八幡製鉄が報告している。前者では[S]が増すほどスキンホールの発生は減

少し、²⁰⁰⁾ 後者では $[Si] < 0.09\%$ のとき造塊で使用する Al が少ないほど換言すれば、取鍋での脱酸が十分に効いているほど良好な結果をもたらすとしている²⁰⁵⁾。

塗料については数社で検討しているが尼鉄は鑄型塗装

がスキンホールに有効であることを認めている²⁰⁶⁾。

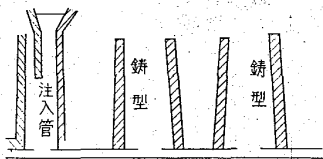
その他に、内面の割れの激しい鑄型の使用はスキンホールに対して悪影響をもたらすと一般にいわれている。

4.3.7 資料総括表

大分類	中分類	題 目	資料 No.	提出工場	概 要	索引 No.																																		
4.3.鋼塊表面の欠陥と防止法	4.3.1.鋼塊割れ	下注鋼塊の表面疵について	22-603	愛知製鋼	<p>下注で S40C および S40C を 1t の角型押湯付鋼塊とする際の表面欠陥発生要因につき調査した。</p> <p>(1) 出鋼温度は高いほど横割れが出るが、砂疵、二重肌、プロホールは発生しにくい。</p> <p>(2) 鑄込速度が大だと二重肌の原因となる。</p> <p>(3) sol-Al が 0.010~0.025% の範囲では%が大きいほど横割れは少ない。</p> <p>(4) 欠陥発生部位は横割れでは特徴がないが砂疵はトップに多くボトムに少なく、プロホールはトップに集中し中央以下は激減してほぼ一定であり、二重肌はトップに発生する傾向がある。</p>	174																																		
		小型線材鋼塊に発生する横割れについて	22-604	中山船町	<p>線材用 100kg 小型鋼塊の横割れ発生原因を精錬および造塊の二つの条件より検討した結果精錬条件としては、出鋼時の $[O]$ の増加を防ぐため精錬末期のブロッキングを必要とし $[P]$ を低下し $[Mn]/[S]$ を大とする必要がある。一方造塊条件としては低温低速注入をなし凝固初期の凝固速度の遅れおよび外層凝固殻の平均温度上昇を防ぎ使用鑄型温度を低くすることが必要であることがわかった。低炭リムド鋼の高速注入試験の結果 1600 mm/min 程度までの注入速度であれば鋼塊の品質に悪影響を与えないことが判明した。</p>	175																																		
		上注リムド鋼における高造注入試験について	20-548	八幡製鉄	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">グループ No.</th> <th rowspan="2">注入速度 mm/min</th> <th colspan="4">鋼塊肌状況 (発生率%)</th> </tr> <tr> <th>横割れ</th> <th>縦割れ</th> <th>スプラッシュ</th> <th>二重肌</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1100~1150</td> <td>80</td> <td>—</td> <td>51.0</td> <td>8.0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1200~1250</td> <td>80</td> <td>4.0</td> <td>64.0</td> <td>16.0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>~1400</td> <td>40</td> <td>4.0</td> <td>36.0</td> <td>8.0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>~1700</td> <td>80</td> <td>4.0</td> <td>52.0</td> <td>8.0</td> </tr> </tbody> </table>	グループ No.	注入速度 mm/min	鋼塊肌状況 (発生率%)				横割れ	縦割れ	スプラッシュ	二重肌	1	1100~1150	80	—	51.0	8.0	2	1200~1250	80	4.0	64.0	16.0	3	~1400	40	4.0	36.0	8.0	4	~1700	80	4.0	52.0	8.0	176
		グループ No.	注入速度 mm/min	鋼塊肌状況 (発生率%)																																				
				横割れ	縦割れ	スプラッシュ	二重肌																																	
		1	1100~1150	80	—	51.0	8.0																																	
2	1200~1250	80	4.0	64.0	16.0																																			
3	~1400	40	4.0	36.0	8.0																																			
4	~1700	80	4.0	52.0	8.0																																			
極軟リムドストリップ用鋼片の割れ疵防止	15-413	八幡製鉄	<p>ストリップ用鋼片の割れ疵におよぼす製鋼分塊要因を検討した(1)鋼塊頭部の膨脹が大きいほど割れ疵が発生するが湯引鋼塊ではパイプによる分塊歩留の低下があるのでフラットな頭部形状が望ましい(2)$[S]$ は低い方がよい。(3)分塊嚙込温度は低くなるほど割れ疵が増加しとくに抽出第一鋼塊の嚙込温度 1210°C 以下で急増する。</p>	177																																				
極軟リムド鋼片の疵防止対策	19-520	八幡製鉄	<p>極軟リムド鋼片の割れ疵は耳割れ側面割れバンドおよびヘゲ割れ疵によるものが主であるが、その原因を検討した。(1)鋼塊頭部の膨脹が大きいほど割れ疵が多くなるが湯引鋼塊ではヘゲ割れ疵の発生がありパイプによる分塊歩留の低下をも招くのでフラットな頭部形状はよい。(2)$[S]$ が高いと割れ発生が多くなるが割れバンド疵の発生率は $[Mn]/[S] \leq 12$ で高くなるので取鍋 $[S]$ を下げ $[Mn]/[S]$ を上げる必要がある。(3)分塊時の鋼塊発生嚙込温度が低くなるほど割れ疵発生率が増加するので抽出設定温度を 20°C 上昇させて効果をあげた。</p>	178																																				
酸素造塊法について	20-542	川鉄千葉	<p>中炭リムド鋼のリミングアクション助長剤として酸素ガスを直接注入中の溶鋼流に吹付けたが、スケールを用いたもの比べてリミングアクションが活発であり鋼塊下半部の介在物</p>	179																																				

大分類	中分類	題目	資料 No.	提出工場	概要	索引 No.
4. 3. 鋼塊表面の欠陥防止法	4. 3. 1 鋼塊				が浮上し断面筋割れが発生した。	
		厚板セミキルド鋼の欠陥と製鋼要因について	24-650	川鉄千葉	マークセンスカードの利用により工程管理と併列して縦断的なデータ処理をした。(1)取鍋[Si]>0.054 頭部膨脹<15mm で断面割れが増大し, また[Mn]の高いものは同じ[Si], 同じ膨脹で断面割れが発生しやすい。(2)取鍋[Si]>0.054 でへげ疵は増大するが縦割れ線状況および横割れと[Si]および膨脹との関係は明白ではない。	180
		中炭素鋼の縦割れ疵防止について 第2報	12-353	住金鋼管	水張りの下注で 2,500kg の中炭素鋼鋼塊を製造する際の割れの主原因と考えられる AlN の抑制のため Ti を添加した結果縦割れを完全に消滅できた。(1)Ti の添加で N ₂ の70%程度が TiNとして固定化され AlN の析出を完全に抑制し得る。(2)これに必要な残留 Ti は 0.030% で Ti 歩留は 75%と推定大差ない。(3)これにより残留 Al 量を増すことが可能となり, 中炭素細粒鋼が得られる。(4)Ti 添加による清浄度機械的性質の変化はこの程度であれば問題はない。	181
		キルド鋼鋼片表面疵におよぼす注入時間ならびに鋳型内面荒れの影響について	12-348	富士釜石	5,300kg の押湯付キルド鋼塊より圧延した鋼片の表面疵について要因を検討した。(1)注入時間が短かければスブラッシュの付着溶解の条件が良くなり, へげ疵少なくなるとはなるが, これをストッパーの絞り時間から考えると結局は絞り時間が短いほど良いことになる。(2)コーナー割れは注入温度が高く, 注入時間の短い場合に発生するがとくに注入時間の短い場合には鋳型形状も大きくきいてくると考えられる。(3)面割れは鋳型のクレージングの内部に酸化物が残存し注入に際して溶鋼と反応してスキンホールを生ずるためおよび表面凹凸の激しい場合には細い割れの発生を促すためと考えられる。したがって注入時間および絞り時間の適正管理および鋳型内面荒れの激しいものの使用回避を作業に採り入れた。	182
		Mn-Si系高張力鋼のスラブ割れ対策	22-601	川鉄千葉	抗張力 50~60kg/mm ² の Mn-Si 系高張力鋼の分塊圧延中にスラブ表面に多発する縦割れおよび横割れについて検討した結果つぎのことが判明した。(1)湯上り速度は 3mm/sec 位が良いのでダンディッシュを採用して速度を小とする。(2)sol, Al は多いほど悪くとくに 0.05% 以上では割れが多発するので 0.05% 以下におさえる。(3)鋳型内面の悪いものは使わない。(4)均熱炉の加熱速度が大きいと良くないので小さくする。(5)圧延中圧延後のスラブの急熱急冷を避ける。	183
		造塊条件と鋼片疵との関係について	19-516	富士室蘭	偏平極軟リムド鋼塊の造塊条件と鋼片疵との関係を6カ月間のデータにより統計的に検討した。各欠陥に影響が大であるものから順に示す。(1)へげ疵—注入速度(遅)ブリード, スブラッシュ缶, 頭部膨脹, 傘型注入。(2)鱗状疵—注入速度。(3)割れ疵—頭部膨脹ストッパー止り, 傘型注入, スブラッシュ缶。(4)したがって鋼片での手入面積が多くなる造塊条件は注入時間, (遅)ストッパー止り, 傘型注入, ブリード, スブラッシュ缶頭部膨脹の順にきいてくることが判かった。	184
		ダブルストッパーとシングルストッパーの湯上速度と品質の比較	12-318	八幡製鉄	ダブルストッパーの場合鋼塊別の湯上速度の変化が少ない。すなわち取鍋溶鋼高さの減少とノズル径拡大による速度変化が少なく鋼塊割れの発生が減るがタレカケや開放注入の場合には問題がある。	185
		鋼塊割れ疵軽減におよぼす鋳型コルゲートの影響	12-336	鋼管鶴見	上注による6tのセミキルド鋼塊の割れ疵の成因には鋳込温度と速度もあるがこれを一定としてコルゲートのみを変化させ試験した。底部からコルゲート形状をゆるやかにし頭部ではコルゲートをなくしたものと全面にきついコルゲートをつけた鋳型を比較すると後者では疵の発生率ははるかに低下している。しかし, 鋳型寿命の点で最適のコルゲート形状を定める必要がある。	186

大分類	中分類	題 目	資料 No.	提出工場	概 要	索引 No.																
鋼塊	4・3・1	大型セミキルド鋼塊のフルートに関する検討	21-577	八幡製鉄	16tセミキルド鋼塊にフラット鑄型およびフルート鑄型を用いて鋼塊鑄肌を調査した結果型抜時の鋼塊面割れの発生は鑄型に多いが鑄型使用回数が多くなるにしたがいフラット鑄型による鋼塊割れは減少しフルート鑄型と大差なくなる。	187																
		角型鑄型と偏平型鑄型の実用比較試験結果について	24-659	富士釜石	<table border="1"> <thead> <tr> <th>鑄型種別</th> <th>鋼塊単重 鑄型比</th> <th>断面形状</th> <th>テーバ mm</th> <th>高さ mm</th> <th>コーナーR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>普通鑄型</td> <td>6'0 1'00</td> <td>角型フラット</td> <td>17'4</td> <td>2,300</td> <td rowspan="2"> { 頭 部 50 { 底 部 65 { 頭 部 50 { 底 部 60 </td> </tr> <tr> <td>試験鑄型</td> <td>6'0 1'02</td> <td>偏平コンケープ</td> <td>長辺13'0 短辺10'9</td> <td>2,300</td> </tr> </tbody> </table> <p>上記形状の2種類の鑄型を用いて試験した。(1)鋼塊疵はスブラッシュ、二重肌については差がないが、割れは偏平型に若干多い。(2)鋼片疵はヘゲ疵が偏平型の短辺側に少ないが縦割れ、横割れ、鱗状線状折り込み疵については差がない。(3)内部欠陥はセミキルド鋼では偏平型の方が収縮孔未圧着による疵が若干少ない。</p>	鑄型種別	鋼塊単重 鑄型比	断面形状	テーバ mm	高さ mm	コーナーR	普通鑄型	6'0 1'00	角型フラット	17'4	2,300	{ 頭 部 50 { 底 部 65 { 頭 部 50 { 底 部 60	試験鑄型	6'0 1'02	偏平コンケープ	長辺13'0 短辺10'9	2,300
	鑄型種別	鋼塊単重 鑄型比	断面形状	テーバ mm	高さ mm	コーナーR																
	普通鑄型	6'0 1'00	角型フラット	17'4	2,300	{ 頭 部 50 { 底 部 65 { 頭 部 50 { 底 部 60																
試験鑄型	6'0 1'02	偏平コンケープ	長辺13'0 短辺10'9	2,300																		
4・3・2	注入流の観察	20-549	八幡製鉄	高速映画により注入流観察を行なった。乱流になるとスブラッシュが発生することを水により実験しキルド鋼およびリムド鋼の注入流観察をした。スブラッシュ防止用円筒は初期スブラッシュ防止に効果があるが、短時間で溶融し倒れるので、早期に安定した注入流とし円筒の中央に落ちるようにする必要がある。	189																	
	造塊時の溶鋼流について	24-649	富士釜石	入口側にテーバを有し出口側に直線部を有する特殊ノズルの実用試験を行なった結果、スブラッシュ二重肌については溶鋼流の状況の他に注入温度、鑄型内面状況溶鋼性状などの影響があり、明白ではないが、キルド鋼とセミキルド鋼では良好な傾向が認められた。しかしリムド鋼では差はなかった。	190																	
防 止 法	ラ ッ シ ュ	スラブのヘゲ防止について (プレスボードの使用)	12-350	川鉄千葉	薄鉄板製のスブラッシュ缶と敷板を組み合わせて使った場合よりもプレスボードとポンボールを使った方がスブラッシュによるヘゲ疵は少ないが定盤が熱い場合は焼失のおそれがあり、また、注入直後約10secは炎がはなはだしく作業上若干の問題がある。プレスボードと従来の方法の組み合わせとを考えると敷板としてもスブラッシュ缶としてもヘゲ疵の発生が低下する	191																
		プレスボード製スブラッシュ缶ならびに定盤敷板の実用試験結果について	16-438	富士釜石	スブラッシュ缶の鋼塊疵防止効果は鋼板製が最良でプレスボード製では湯逃げ孔を1つか2つ有するものがスブラッシュ防止に効果あり、使用価値がある。敷板ではスブラッシュ疵に対しては効果、悪影響ともないが二重肌についてはプレスボード使用は悪影響がある。	192																
		プレスボード製スブラッシュ缶比較試験	21-578	富士釜石	プレスボードスブラッシュ缶としてスラグ・ウールを混入し耐火塗装をしないものが二重肌スブラッシュ防止に効果がありスラグ・ウールの混入率は小の方が良いことが比較試験により判明した。	193																
ユ	上注鋼塊におけるプレスボード試用結果について	23-629	住金小倉	大型上注鋼塊に特殊植物繊維素のプレスボードを従来の薄鉄板製スブラッシュ缶の代わりに試用しほとんど同じ効果を上げたが、注入初期からストッパーを全開として注入するとヘゲ疵が減少する。今後の定盤寿命の変化、注入時の燃焼火炎対策およびプレスボード形状と注入法につき検討する必要がある。	194																	
		各型鑄型塗料の比較試験	15-431	富士広畑	鑄型塗料はスブラッシュが付着するのを防ぎ鋼塊のハンギンクおよび表面状況の改善に有効なので各種塗料につき比較検討した結果水溶性有機質塗料がタールクレオソートその他よりすぐれていることが判明したがさらにすぐれたものについても検討する必要がある。	195																

大分類	中分類	題 目	資料 No.	提出工場	概 要	索引 No.
鋼塊表面の欠陥と防止法	4・3・2	ガス板注入法によるリムド鋼塊のスプラッシュ防止対策	15-408	吾 婦 製 鋼	<p>下注法による 440~560kg の鉄板用リムド鋼塊のスプラッシュ対策を研究した結果溶鋼の流速よりも注入の際に発生または混入する多量のガスがスプラッシュの原因になることを知り、ガス抜きをつけた注入管を作り大幅にスプラッシュ防止ができることを確認した。</p> 	196
	4・3・3	下注鋼塊の二重肌防止に関する模型実験とその適用について	21-576	住 金 小 倉	<p>下注鋼塊の下半部に発生する二重肌の主因と考えられる鑄込時の湯踊りを模型実験により研究した結果溶鋼とともに注入管中に巻き込まれた気泡によることがわかり、スプラッシュ管を使用することが二重肌防止に最も効果的なことを確認した。また注入管中で巻き込まれた気泡は管に最も近い鑄型内に多く集まり管から遠ざかるほど泡は入らなくなることがわかった。</p>	197
	4・3・3	日常作業管理による鋼片疵減少の一例について	14-374	富 士 釜 石	<p>セミキルド鋼片表面の筋疵は後鍋および鋼塊下半部に多く鋼塊二重肌の大きくなる場所に生じやすく取鍋[S]の高いものに多いことが判明したので、二重肌防止のために注入操作の安定化をはかりました。溶鋼[S]を低く保つとともに脱硫に意を注いだ結果筋疵が減少した。</p>	198
	重	日常作業観測データによる二重肌の変動状況について	14-375	富 士 釜 石	<p>日常作業観測データにより二重肌生成要因を検討した結果注入順序では1本目を別として2本目以降は注入順に従い増加しスプラッシュ缶については使用したもので減少している傾向があり出鋼温度は低い方が発生割合が大となる傾向を得たが鍋順、注入速度、注入者などはあまり関係がなかった。</p>	199
	肌	鋼片手入率の減少対策について	12-316	富 士 釜 石	<p>二重肌、スプラッシュは上注法よりも下注法の方が発生が少ないが、上注法にスプラッシュ缶を使い鋼片の手入率の減少をみた。また均熱在炉時間の延長は鋼片手入率の増加をもたらす</p>	200
	防	キャップド鋼の脱酸について	19-519	住 金 和 歌 山	<p>8 t の低炭素上注キャップド鋼塊によるスラブの表面疵調査により炉内脱酸をした方が安定した品質が得られることがわかった。FMn の取鍋添加を主体とすれば脱酸程度が弱くなり、Al 脱酸の不適の場合には鑄込中の湯引けによる二重肌の発生をもたらす。表面欠陥の少ない鋼塊を得るためには正常なリミングアクションを必要とするのでキャップド鋼では安定した蓋打時間を必要とする。しかし蓋打時間を管理するために鑄型内に多くの Al を添加するのは二重肌の原因となり好ましくないので取鍋 Al 量と鑄型 Al 量との相関関係を求め種々の条件下での適正な取鍋 Al 添加量を検討した。</p>	201
	止	リムド鋼塊表面疵防止に関する一方法	23-626	中 山 船 町	<p>厚板材低炭素リムド鋼について試験した。(1)鑄込じわの発生源がどこにあるかを三元分散分析した結果押板を注入管際ケース内に使用してもなおかつこの位置の鋼塊に鑄込じわが発生している。(2)新しい内面荒れのないケースを使用すれば顕著な効果が現われる。(3)各型別(700~1,500kg)に注入管際のケースの使用回数を30回を限度として試験した結果、大体30~50%の減少をみた。(1,200kg型のみは20%減少に止まった。) (4)以上により作業標準として注入管際ケースは30回までのものを使用しほかは30回以上のケースを原則として使用する。そして注入管際ケース内は押板として従来どおりタール煮沸の杉板を用いる。</p>	202
	法	鋼塊の煉瓦疵防止として定盤煉瓦接合部の改良	12-344	吾 婦 製 鋼	<p>キルド鋼下注の場合定盤煉瓦の接合部に2mmの間隙がありその部分にトロを塗って密着させていたが、そのトロが溶鋼に巻き込まれ表面疵となり、またトロの水分がスキンホールの一因となっていた。そこで接合部の間隙をなくし直接煉瓦を密着させトロはその外周に塗るか全く使用しないようにした結果、煉瓦疵の発生率は2.32%から1.62%と0.7%減少した。</p>	203

大分類	中分類	題 目	資料 No.	提出工場	概 要	索引 No.
鋼塊表面の欠陥と防止法	4・3・6ス キンホール	鑄型塗料に対する調査について	11—296	八幡製鉄	各種塗料の品質の判定法にはあまりにも他の要因が多いが、各塗料の試験結果を一覧しつぎのことが肯定される。リムド鋼では油系塗料を用いると表面が梨地肌をなくしてキルド鋼のようになる。セミキルド鋼では塗料を用いることにより表面はキルド鋼のようになり、圧延時のヘゲ疵スブラッシュは減少する。また上注キルド鋼では塗料使用によりラッピングが減りスキンホールやスブラッシュは少なくなることが確認された。	204
		厚板材プロホール疵発生に関する製鋼要因	12—319	八幡製鉄	セミキルド鋼厚板材の疵には種々の要因があるが、中でも成品[Si]と造塊 Al 使用量が大きな影響力を有する。スキンホールについては $Si \geq 0.09\%$ で Al 量が少ないほど良いが、鋼塊割れでは $[Si] < 0.09\%$ の方が良い。これは板厚によつて変化し板厚が、19mm で断面割れが急速に増加するため、19mm以上の厚板では[Si]を少なくし、19mm以下では $[Si] \geq 0.09$ に目標をとるとよい。	205
		日常データよりの鋼片剥げ疵の調査	17—460	富士釜石	セミキルド高炭素鋼について鋼片剥げの造塊における諸要因の影響を調査した。(1)出鋼温度—温度の高い後鍋では影響はなく、それより低い先鍋では低い方が多い。(2)脱酸程度[Si] $0.12 \sim 0.20\%$ の範囲では先鍋とも[Si]が増すにつれて少なくなる。(スキンホール発生が少なくなるため)(3)注入状況温度の低い先鍋では注入速度が遅いほど良い。(4)在炉時間長いほど少ない。(とくに先鍋)	206
		残り湯鋼塊(管用キルド鋼)の改善について	12—337	鋼管川崎	残り湯は[Si]が減少し(0.05~0.06%)。[P]増加しており、鑄込速度は本定盤の約2倍になっている。この2点を改善するためつぎの処置をとつた。(1)[Si]の低下量に見合うべくFSi 0.7kg/tを注入管よりショット状にして投入した。(2)プロホールおよび虫喰疵(とくに高炭素鋼)を防ぐため、溶鋼の十分な脱酸ならびに鑄型内面の十分な清掃と適正な塗料塗りを行つた結果、プロホール発生率は22.2%から4.3%に減少した。本定盤を100とした場合の良塊発生状況は79.4から97.5%に向上した。改善された残り湯鋼塊を製管圧延した結果も本定盤鋼塊の圧延成績となら差はなかつた。	207
		冷間引抜用棒鋼の滲炭疵について	14—382	尼崎製鉄	冷間引抜加工に入る横割れ、ヒビ割れを調査の結果、鑄型塗料の滲炭により、鋼塊表面のC含有量が高くなるためとわかつた。塗料比較の結果、鋼塊肌では石油系塗料がすぐれ、タルクと無塗装はかぶり肌になる。1mm以上の表面気泡は無塗装が最も多く、石油系とタルク塗装は同程度は少ないが石油系も塗装方法が悪いと多数表面気泡が発生する。圧延後のスジ疵ヘゲ疵は石油系塗料が最もすぐれ、タルク、無塗装はほとんど差がない。	208
その他	4・3・7 その	鑄張り防止板の試用報告	19—522	富士釜石	上広押湯付鋼の鑄張り防止とトロ塗り作業の簡易化を目的として(1)鑄型と定盤間、(2)鑄型と押湯枠間に耐火塗料を塗つたプレスボードを試用した結果、鋼塊底部鑄張りは、使用鋼塊で $13/72=18\%$ 、不使用鋼塊で $19/72=26\%$ の発生があり、押湯枠下端の鑄張りは、使用鋼塊で $3/36=8\%$ 、不使用鋼塊で $5/36=14\%$ の発生となり、いずれもプレスボードの使用により鑄張り発生は減少した。	209
		1鋼塊の欠陥防止対策について磨棒向けキャップド鋼について	15—405	富士室蘭	中炭リムド鋼は造塊条件困難と機械試験値のバラツキが大なるため、キャップド鋼による磨棒試作試験をした。その結果鋼片の表面疵の比較においてはキャップド鋼の剥の深さおよび疵の長さとともに不利である。	210
		鑄型使用回数に伴う成品表面疵の変化について	15—410	川鉄兵庫	小型鋼塊より直圧した棒鋼に発生する線状疵と鑄型内面状況との関係について調べた。(1)鑄型が古くなると線状疵は急激に増加する。(2)鋼塊部位では発生状況は鑄型の新しい間は差異は少ないが、古くなると底部相当箇所がとくに悪くなる。線状疵の少ない成品を得るには鑄型の使用回数は、無塗装におい	211

大分類	中分類	題目	資料No.	提出工場	概 要	索引No.
4 ・ 3 鋼 塊 表 面 の 欠 陥 と 防 止 法	4 ・ 3 ・ 7 そ 他				ては40回ぐらいまでと推測される。	
		キルド鋼片シーム疵減少対策の一例	17-470	八幡製鉄	製鋼作業要因と疵の関係。(1)出鋼温度高目のチャージに疵が少ない。(2)末期脱炭速度小なるものに疵が少ない。(3)鋼塊表面気泡が少ないものは疵が少ない。(4)鑄型据置から注入までの経過時間は5hr以上で疵が少なくなる。	212
		リムドフープ成品疵の防止対策調査報告	20-541	富士釜石	リムドフープの酸洗時におけるプリスターおよび最終工程時に生ずる割れ状またはカケ状疵などの防止対策としていろいろの要因について調査した。(1)ピレットの地疵は下注材のボトム側に集中発生する。(2)成品の不良については外観検査、検鏡調査を行なつたが介在物の存在するものは疵の原因となるが、介在物を伴わない疵も多数ある。	213
		キャップド鋼によるスラブ疵と製鋼要因について	22-605	住金小倉	キャップド鋼のスラブの側面評点は(1)ソリッドスキンが厚いほど高い。(2)リム層厚さが60mmまでは厚さが増すほど高くなる。(3)蓋打時間が8min高くなるがそれ以上だと逆に下る。(4)取鍋Alが少ないほど高いが蓋打時間のバラツキが大となるため、130~140g/tが適当。(5)取鍋内溶鋼温度は1580°Cぐらいで最も高い。(6)注入速度と評点との関係は認められず。(7)[G][Mn]が低いほど高いが、あまり[C][Mn]を下げると蓋打時間がバラつく。(8)[S]が低いほど高い。	214
		アルミキルド鋼における磨薄板の線状疵およびスラブの砂疵	23-625	富士広畑	磨薄板の線状疵を調査の結果、線状疵にアルミナ系介在物が存在することが多く、スラブ表面にもアルミナ系介在物が多い。このことから鋼塊表面層に存在するアルミナ系大型介在物ないし介在物の群落が磨薄板線状疵の主要原因であることは確かである。鋼塊表面層のアルミナ系介在物減少のため、出鋼前後の脱酸方式について検討中。	215
		セミキルド条鋼成品の表面疵減少対策について	14-383	八幡製鉄	日常のデータから鋼塊表面欠陥の要因を解析し、疵減少対策を実施した。(1)鋼塊トップ側相当成品のへげ疵は、鑄型塗装の不良脱酸不足、および在炉時間の延長に起因する。(2)鋼塊ボトム側相当成品のへげ疵は、鑄型塗装の不良および低速注入に起因する。対策として鑄型塗装の強化、50mm径湯口使用、成品[Si]のバラツキの管理による脱酸の安定化および脱酸不足チャージの在炉時間の延長防止を実施した結果へげ疵は減少した。	216
		セミキルド鋼の造塊について	11-288	鋼管鶴見	セミキルド鋼は、脱酸の程度により鋼塊表面気泡の調節はなかなかむずかしいが、鋼塊を直圧する場合、とくに表面状況のいかに鋼塊手入、圧延歩留に大きく影響する。造塊時鑄込速度、溶鋼流の状況、鑄型内脱酸、鑄型、塗料などに問題があるが、鋼塊性状と造塊条件との関係について調査した。鑄込状況取鍋脱酸と鋼塊表面状況の関係および圧延結果とはいずれも常識的な関係が得られた。セミキルド鑄込については、もちろん取鍋脱酸の影響が大きいが、鑄込方法として最適ノズル径で全開注入を行なうようにする。	217
		アルミキルド鋼のN ₂ ガスシールド造塊試験について	12-341	富士広畑	注入時の溶鋼流の酸化防止を目的としてテストを行なつた。その結果、(1)N ₂ ガスは鋼塊1本(鑄型HB8・5)に6m ³ /4min(200~350mmHg)必要である。(2)スラブのsol-Alは約20%増加する。溶鋼流の不良なとき著しく効果がある。また酸洗コイルのスリパー疵はN ₂ ガスシールドしないものより40%減少し、A級歩留は1.36倍になつた。	218
		プレスボード使用の実験結果	14-376	川鉄千葉	プレスボードは(1)スラブのへげに関してはスブラッシュ缶としてよりも敷板として使用した方が効果がある。(2)冷片率(ホットスカーピング後に手入を要するスラブの発生率)は鉄板製に比べ約15%低下。注入初期に冷片になるものが多く、またヒートにより差が多い。(3)手入ロス率は0.05%向上、注入初期に手入ロス率が多く、またヒートの影響が著しい。(4)底部切	219

大分類	中分類	題 目	資料 No.	提出工場	概 要	索引 No.
4. 3 鋼塊表面の欠陥と防止法	4. 3. 7 その他				捨率は減少しない。(5) 注入前に燃焼することがある。(6) 炎の発生が大きい。(7) 定盤付が増加する。	
		鑄型塗料により鋼塊表面に発生する滲炭現象について	21-574	中山名古屋	鋼線の線引過程でまれにカッピ疵が発生するが、鑄型塗料が原因と考えられるので調査した結果、(1) 鑄型塗料は鋼塊表面に滲炭層を生ずる(共析鋼程度で深さ約 20mm) (2) 加熱炉で滲炭層は脱炭および拡散してほとんど消失するが、直接火炎のあたらない面には滲炭層は残る。(3) 圧延、線引してもそのまま表面に残っており、これがカッピ疵発生の有効な因子になると考えられる。	220
		製鋼工場の鑄型管理について	18-497	八幡製鉄	小型鋼塊において、鋼塊表面状況を良好な状況に保つためには鑄型の使用管理はもちろんであるが、鑄型の使用回数が増加し鋼塊品質がある水準まで悪化したとき、鑄型内壁のクレージング部分を研磨することによって、鑄型一代の鋼塊品質をより高い状態に保つとともに鑄型原単位を低く維持することができた。	221
		平炉工場における外挿式取鍋の実用化について	18-508	鋼管川崎	酸素製鋼の強化に伴って、製鋼時間は飛躍的に短縮されたため一取鍋備準作業も必然的に迅速化せねばならない。したがってこれが解決策として取鍋ノズルを従来の内挿式から外挿式に改造実用化した結果、(1) 外挿式取鍋の安全性はきわめてよく、また作業的にも容易である。(2) 取鍋レンガ原単位は内挿式に比し若干低下した。(3) 取鍋内の溶鋼温度におよぼす影響は内外挿で差はない。(4) 取鍋常備量は 1 基 1 鍋連続使用可能で実働取鍋本数は従来の半分でよい。(5) 鋼質には内外挿で差はない。以上のごとく平炉能率の上昇に対応する造塊能力の拡充をはかる方法としては外挿式取鍋は最も有力なる手段である。	222