

る。

2. Mo の影響: Mo もまたオーステナイト結晶粒を微細化する元素である。Cr と Mo との添加量を同一にとりそれ等の結晶粒度を比較する事により Mo の方が結晶粒を微細化する能力が大である事が考察される。滲炭法によるものと熱腐蝕によるものとは保持時間が異なるので厳密な比較はできないが両者共ほぼ同じ様な傾向を有している。この場合も熱腐蝕によつて現出された結晶粒は滲炭法によつて現出したそれよりも小さい。

3. W の影響: W もまたオーステナイト結晶粒を微細化する元素である。1000°C に保持した場合 W 量約 3% になるとオーステナイト結晶粒と地鉄結晶粒との duplex structure になつており 1100°C において再びオーステナイト結晶粒のループ内に入つている様に思われる。また保持時間が短い場合(約 3 時間以内)結晶粒界は結晶粒度を判定し得る程に腐蝕されていない。滲炭法によつても熱腐蝕によつて W 添加量とオーステナイト結晶粒度との関係はほぼ同一な傾向を示している。

4. Co の影響: Co の添加量約 0.5% 以上ではオーステナイト結晶粒を微細化する能力は無くむしろ結晶粒の成長を助ける傾向がある。1100°C に保持した場合 Co 添加 2% の試料は極端な混粒状態になつており結晶粒の粗大化を物語っている。滲炭法による結果も本研究の結果とほぼ同一な傾向を示しているがやはり熱腐蝕によつて現出した結晶粒の方が小さい。

5. P の影響: P はオーステナイト結晶粒の粗大化を阻止する能力はあまりなく P 量約 0.25% 以上になると結晶粒の成長を助長する傾向にある様に思われる。1000°C に保持した場合 P 量 0.1% の試料は著しい結晶粒の成長をしている。1050°C に 1 時間保持した場合も図示された 1100°C に保持した時と同じ傾向にある。P 量 0.45% の試料はオーステナイト結晶粒を有せず地鉄結晶粒が現出されている。この地鉄結晶粒は P の偏析により著しい混粒状態になつている。滲炭法による実験結果と熱腐蝕による実験結果との間に著しい差異を生じているのはこの偏析のためと思われる。

#### IV. 結 言

1. 熱腐蝕によつてオーステナイト結晶粒を現出し判定する事は可能でありまた正しい。Cr, Mo, W の添加は結晶粒を微細化しまた加熱による結晶粒の粗大化を阻止し Co および P の添加は却つて結晶粒を粗大化する傾向にある。

2. P 添加の場合を除けば滲炭法によつても熱腐蝕に

よつても添加元素の量とオーステナイト結晶粒度との関係は類似しているが Cr, Mo, Co 添加の場合熱腐蝕によつて現出したオーステナイト結晶粒の方が小である。

### (13) 三带式鋼塊加熱炉の改造による加熱作業の改善について

(Improvements of Operation by Reconstruction of the Triple-Fired Ingot-Reheating Furnace)

Taiji Yoshinari, et alii.

住友金属工業鋼管製造所

工 大塚 武彦・松本 晴雄

理 〇吉成 大治・小林真喜夫

三带式加熱炉で鋼塊(断面 400mm 角以上)の加熱を行う場合の設計については既に報告した。吾々は 26 年 5 月より三帯加熱炉による鋼塊の加熱を行つている。設計に当つては特に均質加熱の点に考慮を払つたが、作業面で種々の問題を生じ、過去 4 年半の間に種々の改造を加えてこれらの解決をはかつた。ここに主な改造の経過と、これによつて改善された加熱作業上の諸点について述べる。

#### I. 主な改造の経過

設計時および改造後の炉型は Fig. 1 に示す通りである。

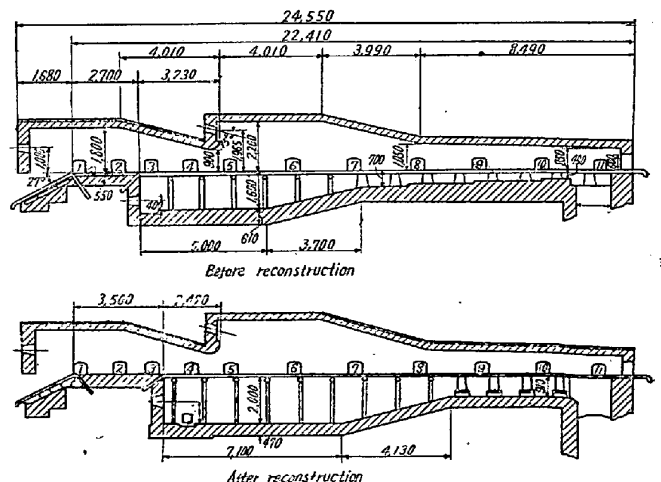


Fig. 1. Triple-zone ingot reheating furnace

#### 1. 炉体の改造

下部加熱室の熱負荷は  $20 \times 10^4$  kcal/m<sup>3</sup>h 以下であり無理のない値であるが、操業開始後 2 箇月位で下部炉床にスラッグが平均 300mm も堆積して燃焼室容積を狭

小にし、燃負荷を増大する。このためバーナの燃焼および焰の流れを不良にし、下部加熱が充分に行われず、側壁煉瓦を損傷した。そこで加熱室の深さを 1,600 mm から 2,000 mm に増し予熱帯の傾斜部を炉尻の方へ後退せしめた。また均熱帯ソリッドハースの長さは、スキッドマークの消滅のみを考えて 2,700 mm としていたものを 3,500 mm に増大した。

2. スキッドパイプ

建設当初は主スキッドは間隔 750 mm であり、水平支持管は 2 本の支柱で支えていた。加熱鋼塊の断面が大であるため、スキッドの受ける荷重が大きく、鋼塊の送りによる振動で断熱材が脱落し、下部加熱帯の高温の焰にさらされて、パイプの温度が上昇して熱歪を生じ、また炉床に堆積したスラッグがパイプを侵蝕して漏水を起す等の悪条件の下にあるため、高温部のパイプの寿命は半年以下のものもあつた。そこで支柱を各水平支持管に対し 4 本とし、各管の径を大きくした。しかし支柱が燃焼状況におよぼす悪影響は極めて大きく、下部よりの加熱は充分に行われなかつた。最近再び支柱を 2 本とし、また主スキッドの間隔を 1,050 mm に拡げて下部よりの加熱を良好ならしめた。スキッドパイプの断熱については、ハイアルミナ煉瓦その他の各種のものを用いたが前述の如き苛酷の条件下にあるため、まだ断熱性および寿命共に優れた性能を有するものは得られていない。

3. バーナ

下部加熱帯は最初同容量の 5 本のバーナを取付けていたが、外側の 2 本と中央の 1 本は鋼塊端部の過熱熔損を起させるため通常は重油量を少く焚き、鋼塊中心線の 2 本を主に焚く必要がある。そのためこの 2 本を大容量のものに取替へ、風箱も改造して充分な二次空気を得られる様にした。

4. その他

上記の他、下部加熱帯炉床の 2 段目に Cr-Mg 煉瓦を使用してスラッグの侵入を防止し、高圧の霧化用蒸気を得るためレキュペレータを廃止して廃熱ボイラーを設置しあるいは計器による遠隔操作から自動制御に移る等各種の改造が行われた。

II. 加熱作業上の改善

1. スラッグ堆積の減少

改造前にはスラッグは下部水平炉床全般に発生し特にバーナ壁から 3~4m の処ではスキッド附近まで達することもあつた。そのため下部加熱帯の燃焼は極度に不良になり、鋼塊下部の加熱不足と端面の過熱を生じた。このスラッグは非常に硬く除去は容易でなかつた。改造により最近ではスラッグの堆積が減少し加熱作業全般に好結果を与えている。

2. 鋼塊の加熱状況

炉内における鋼塊温度上昇の代表的な例を Fig. 2 に示す。休憩時における鋼塊の位置が異なること等により一

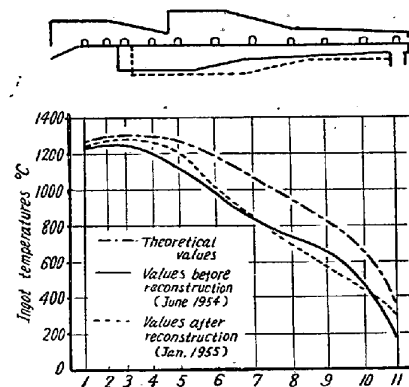


Fig. 2. Curves for temperature-increase of ingots.

Table 1. Heat consumption of three zones.

Items	Heating zones	Theoretical values	Before reconstruction				Volume increase of the lower part			When the stay of skids was changed into two rods		
			40 ton/h	39 ton/h	29 ton/h	22 ton/h	36 ton/h	25 ton/h	20 ton/h	50 ton/h	35 ton/h	25 ton/h
Volume of the combustion chamber	Front	36.9	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//
	Upper	53.7	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//
	Lower	54.0	//	//	//	80.7	//	//	//	//	//	//
Flow of heavy oil l/h	Front	.315	295	290	270	240	290	275	315	280	270	
	Upper	730	440	330	240	390	265	220	515	430	290	
	Lower	1,105	995	890	720	965	750	705	895	785	600	
Heat consumption ×10 <sup>4</sup> kcal/m <sup>3</sup> .hr	Front	8.54	8.00	7.86	7.32	6.50	7.85	7.45	8.54	7.59	7.32	
	Upper	13.60	8.20	6.15	4.48	6.52	4.94	4.10	9.59	8.02	5.40	
	Lower	20.50	18.45	16.50	13.32	11.97	9.30	8.74	11.10	9.73	7.43	

概にいえぬが、改造後は均熱帯入口の鋼塊温度が相当高くなっている。また鋼塊上下面の温度差も従来 50°C 近くあったものが 30°C 以下になつており、端面の過熱も少なくなつた。

### 3. 燃焼状況

下部加熱室容積の増大とスキッドの改造により、各帯の熱負荷は Table 1 の如く変化した。炉圧は従来 2.4 mm H<sub>2</sub>O 以上になると燃焼不良となつて作業に支障を来したが、高圧蒸気による重油霧化の改善により燃焼状況が良好となり、3 mm H<sub>2</sub>O にしても充分操業し得るので、抽出口附近の鋼塊の侵入空気による冷却が減少した。均熱帯の温度は改造前の 1340°C から最近では 1270~1300°C に下げて操業している。

熱精算その他の測定結果については別表により説明する。

## (14) 炭素を安定化した低炭素 Ti 鋼の諸性質

(Some Properties of Carbon-Stabilized Low-Carbon Ti Steels)

Toshio Saito

防衛庁技術研究所 齋藤利生

### I. 緒言

鋼中に添加した Ti は N<sub>2</sub>, S, C の順にこれ等の元素と結合して夫々窒化物、硫化物および炭化物につくることが知られており、C量の 5~6 倍の Ti 量が鋼中にある時は鋼中の C は全部 TiC の形で存在すると考えられている。鋼中の C が全部 TiC の形となつた Ti 鋼は、Fe<sub>3</sub>C の存在により実用上生ずる種々の現象を起さない特性を持つている。即ちこの特性を利用したのものとしてはアンモニア合成用鋼、エナメリング用鋼、18-8鋼の粒界腐蝕の防止等が挙げられる。筆者も C を安定化した Ti 鋼の実用化を企図して試験を行つたところ 2, 3 の難しい現象に遭遇する結果となつた。これ等現象の理論的な解明はまだ結論を得ていないが大方の参考として発表することとした。

### II. Ti 鋼の試作

試作した低炭素 Ti 鋼は板厚 6 mm の板材を目的としたもので、次の指定成分により 6t エル式電気炉により溶解した。

C	Si	Mn
0.10%以下	0.3~0.5%	0.3~0.6%

P.S

0.030%以下

Ti

0.5~0.7%

茲で C を安定化するためには C % はなるべく低い方が Ti の添加量は少なくてすむわけであるが、C を低下することは特別な作業を要するので一応 C % は 0.10% とみて、C % の 5~6 倍の Ti に留る様に指定した。

Ti の添加は Ti 27.69%, Al 8.46% の低炭素 Ferro-Ti を使用し、径 3 cm 以下の小塊に砕いて取鋼に投入した。

第 1 回の溶解材は Ti の歩留りが悪く Ti % 低く過ぎたため、鋼塊を切断して Ti の偏析の有無を調べる試料とした。その結果は偏析は極めて少なく添加方法としては差支えないことが判つた。

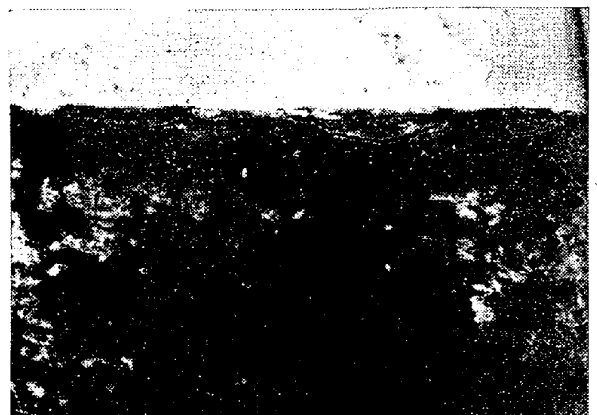
第 2 回は投入前に Ferro-Ti を約 700°C に焙焼して前回と同様に溶解した結果、Ti の歩留りは 40% 以上に止つて次の成分の Ti 鋼を得ることができた。

Charge No.	C	Si	Mn	P	S
464	0.10	0.39	0.42	0.010	0.016
	Ti	Al			
	0.64	0.295			

板材に圧延するため溶湯は 1~1.5t の Slab Ingot に铸込んだが、極めて多量の Ferro-Ti を添加したため slag の流動性が悪くなり、鋼塊は何れも著しく筋肌悪いものができて 2~3 cm 程度も皮むきを必要とした。この問題は将来改善しなければならない点である。

### III. 冷間加工による脆化

鋼塊は爾後熱間圧延して 6 mm 厚の板としたが、引き続き焼鈍後の鋼板を Shearing Machine により切断したのち偶々剪断縁部を鋸打したところ、極めて脆く縁部に亀裂を生じて欠けるものがあることを見出した。亀裂



Example of cracks caused by hammering at the cold shear edge in the annealed 6 mm-thick Ti steel plate.

Photo. 1. Cold work brittleness of Ti steel plate.