

Table 1. Economy in time and power in reducing period.

Steels	Kind of stirring	No. of heats	Production ton per heat	Reducing time per heat	Difference (B-A)	B-A/B×100 (%)	kWh per ton for reducing	Difference (D-C)	D-C/D ×100 (%)
High strength steel	Inductive None	20	43*083 43*016	A. 1 h 0.9 mn	mn	22	C. 80*5 D. 92*2	kwh/t 11.7	13
				B. 1 2.9					
S S	Inductive None	"	42*982 42*143	A. 1 0.9	19	22	C. 75*0 D. 86*8	11.8	14
				B. 1 2.8					
S C	Inductive None	"	43*742 43*882	A. 1 0.9	16	19	C. 81*7 D. 90*7	9.0	10
				B. 1 2.5					
Forging steel	Inductive None	"	40*242 39*962	A. 1 2.7	12	12	C. 105*8 D. 108*9	3.1	3
				B. 1 3.9					

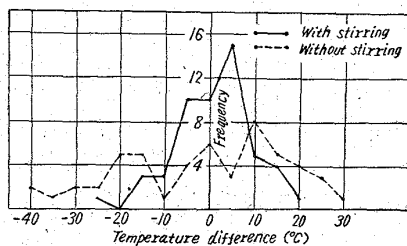


Fig. 4. Horizontal temperature distribution.

に水平方向の温度差分布を示すが、この結果より明らかな如く、誘導攪拌により鋼浴の温度差は少くなり、精錬作業特に正確なる温度調整を必要とする真空鋼の溶製に寄與する所が甚だ大きい。

6. 還元期における精錬時間の短縮

Table 1 に示す如く約 20% の還元期時間の短縮が可能となり、かつ還元期使用電力量も節減され、電気炉の生産性を向上せしめている。

7. 製品中の P, S の減少

酸化期に於ける効果的脱磷精錬に加えて完全除滓が容易となり、従つて還元期中の復磷が少く製品中の P を低下せしめ、又効果的脱硫により S も亦減少せしめる事が出来る。

8. 鋼浴中の介在物含有量

誘導攪拌の使用による炉床 (ドロマイト) の損傷は皆無であり、鋼浴中の介在物含有量は鍛造用普通鋼で、面積率 (%) $d_{60 \times 400} = 0.050\%$ 程度であり、現在の処誘導攪拌使用の有無による差は認め難い。

IV. 総 括

塩基性 50 t 電気炉において、誘導攪拌の精錬効果におよぼす影響を調査し、つぎの諸項目に関して鋼質改善、並びに生産性向上に極めて有効なる事を確認した。

1. 酸化期における効果

1) 第 1, 第 2 酸化期共に脱磷反応が促進され、その効果は特に前者に著しい。

2) 吹酸効率には特に低炭素の場合相当の向上が認められる。

2. 還元期における効果

1) 脱酸および脱硫反応が著しく促進される。

2) 合金成分の拡散が迅速であり、特に比重差が大

A-A', B-B' の位置で、垂直方向は A, B 点を、また水平方向は A, A' 点を基準として温度差を出鋼前 5~10 分で実測調査し、垂直方向、水平方向の温度差を求めた。Fig. 5

く均一に拡散し難い Si 等も約 5 分で均一な鋼浴試料が得られる。

3) 鋼浴の温度分布は水平、垂直方向共に均一となり出鋼温度の調整が容易となる。

4) 以上の諸効果により還元期の精錬時間が約 20% 短縮され、従つて電力 (ならびに電極) 原単位も節減される。

3. 鋼質におよぼす効果

1) 脱硫、脱磷反応の促進により特に製品の [P], [S] の低下が著しく鋼質改善に資する所が大きい。

2) 鋼中の非金属介在物におよぼす影響に関しては、未だ明かでない。

3) 鋼浴温度の均一化による温度調整が容易となり特に正確を要求される真空脱ガス鋼の造塊に寄与する処が大きい。No. 62032

(32) 大型高周波誘導炉設備の建設と操業について

神戸製鋼所高砂工場

久保慶正・〇里見美雄・山根英夫

東京芝浦電気 森田幹夫

Construction and Operation of the Large-Sized High-Frequency Induction Furnace.

Yoshimasa KUBO, Yoshio SATOMI
Hideo YAMANE and Mikio MORITA.

I. 緒 言

すでに特殊鋼 Vol. 10, No. 7 においてその概略を説明したが、本炉設備は高周波誘導炉としては本邦最大の容量を誇るものであり昨年の 2 月に稼動を開始して現在までに約 1 年余りを経過したが現在好調に作業が行なわれている。途中多少の trouble があつたがその後順調に推移し特に塩基性ライニングに関しても作業方式が確立したので今後は作業工程の改善、品質の向上などに今一層の飛躍が望まれる。以下現在までの操業その他設備の特長などについて述べる。

II. 建設工事の概要

当社としては各種高合金鋼あるいは特殊鋳鋼品の需要増大に伴ってこれらを能率よくまた低原価で製造するために従来の神戸岩屋工場にあつた小型高周波炉の一部移設と並行して大型高周波炉の建設を計画した。工期は機器の発注から数えて約1年、杭打ちを始めてから約7ヶ月を要したが、5t 炉は昨年2月16日にまた3t 炉は3月9日に初湯を出した。建設を行なうに当つて特に配慮した点としては①作業場の有効利用、②運搬システムの合理化、③機器の近代化あるいはコンパクト化などである。すなわち電気室は特に半地下構造としてその上を作業場とし、作業有効面積の増大を計る一方フォークリフトを配置して資材溶解造塊の各棟の作業をきわめて合理的かつ機動的に実施出来るように計画した。また工場中央には3米巾の通路を設け主副原料および合金鉄などの搬入に便利なごとく計画した。その他造塊設備としてもターンテーブル方式の小型鋼塊注入装置を設置して作業の簡素化を行なっている。設備その他で特に留意した点として①5t 炉および3t 炉の操業に当つて充分目的にかなう長寿命で築炉乾燥容易な耐火材料の開発、②大容量炉を堅牢に製作した溶解特性の向上を図る。③負荷率、電源利用率を増大するための制御方式の採用、④炉運転操作のワンマンコントロール自動化、⑤主原料を簡単に秤量するための電子管式計重機の採用

などがあげられる。Fig. 1 に工場配置の概略を示す。

III. 大型高周波誘導炉の特色

1) 電弧炉に比較して均質な鋼塊が得られるほか比較的大型の耐熱鋼の量産が可能である。2) 装入材料中の合金元素特に不銹鋼における Cr の歩留りがほとんど100% に近くまた炉壁炉床よりの P 上昇の懸念も少ないため電弧炉に比べて戻り屑の使用を大巾に増加し得るなど原価低減上きわめて有利である。3) 規格範囲の狭い鋼種に対しても成分調整が容易である。4) C 0.020% 以下の極低炭素大型不銹鋼鋼塊の溶製が可能である。5) 小型高周波炉に比較して生産量の増加は勿論人件費電力費などが大巾に低下した。つぎに設備上の特色であるが1) コイル外周に鉄心を付けて帰磁回路を作りコイルよりの漏れ磁束の遮閉を行なつた。このため炉構造材フレームなど元の漏洩磁束がいちじるしく少なくなりう

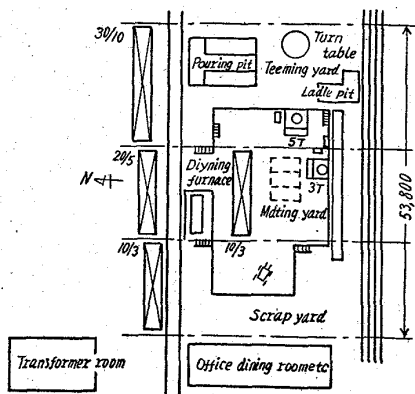


Fig. 1. Layout of a high-frequency induction furnace equipment in Takasago plant.

が強固堅牢となつている。また鉄心により電気効率がいちじるしく向上している以外に誘導コイルを強固に締め付けコイルの変形を防止するとともにこれらを円筒状の内枠に収納しさらに傾動用方形外枠に着脱容易な構造とした。これは修理運搬などの便をはかつたものである。2) コイルは最近の絶縁材料の進歩を取り入れシリコン絶縁がラスウールテ

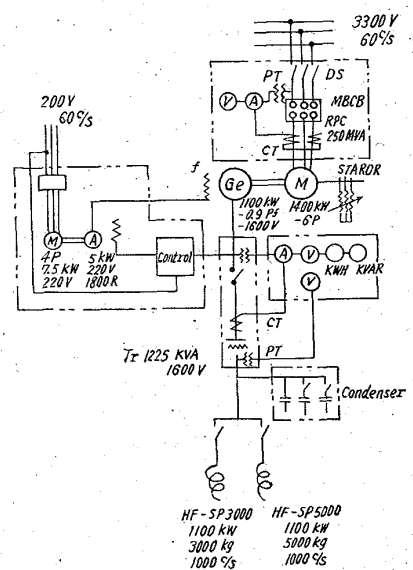


Fig. 2. Equipment diagram 1100 kW-5000kg, 305kg H.F.I. furnace.

ーピングを使用した。3) 炉体傾動炉蓋開閉には油圧方式を採用し炉の監視に最も適当な位置から遠隔操作が出来るようにした。4) 制御方式としてはすでに 1t, -600 kW 高周波炉設備などに使用されている高周波整合変圧器による方式を採用した。5) コイルへの饋電方式としては従来の炉のごとく炉底スイッチを使用せず水冷プレキシブルケーブルを採用した。Fig. 2 に設備系統図を示す。

IV. 操業について

大型高周波炉の操業を始めるに当つてまず問題とした点は炉材にいかなるものを使用するかということであつた。わが国においては勿論諸外国においても塩基性ライニングの実施例が少なく初期においてはかなりの困難に直面したがわずか数カ月にして酸性、塩基性の両方法についてほぼ満足し得る段階にまで達し現在においてはすでに作業標準も確立して作業はきわめて安定している。塩基性ライニングの使用実績については 5t 炉の場合で 100 回程度、3t 炉においてはすでに発表したが 209 回の実績を得て現在は 130 回程度が普通となつている。塩基性耐火材料として従来はマグネシヤクリンカーなどが使用されてきたがこれらは大容量炉用としてはスポーリング、クラックなどについてその特性が不満足であつたが、今回は特に電融マグネシアを研究開発して使用した。このため耐火材は物理的に安定で高純度であり融点も高く高温に耐える特長を持つとともに電融により高純度の安定したペリクレスができ密度が高く、膨脹収縮がきわめて少ないほか荷重変化に十分耐えるものとなつた。さらに築炉方法としては乾式法を採用したため築炉作業はきわめて容易となり、しかも乾燥不十分あるいは乾燥不良などによる支障が皆無となつた。また築炉後の乾燥が全く不要であり、連続稼動と相俟つて炉の稼働率が向上した。5t 炉、3t 炉共方法は同じであるが未焼結層が成形された粉体のまま残るので誘導炉特有の激しい熱衝撃に耐え寿命もかなり長いものとなつている。製鋼時間その他については Table 1 に示す通りであるが初

Table 1. Results of operation.

	Kind of steels	Total time of ingot making h	Total electric power consumption of ingot making KWH	Quantity of tap t	kWh
					t
Basic 5t H.F. I. Furnace	SKH 9	3*89	3183	5*153	618
	SKH 3	3*25	2423	3*972	610
	SKH 2	3*33	2787	5*039	553
	NC 36	3*22	3109	5*226	595
	NC 38	3*60	3300	5*255	628
Basic 3t H.F. I. Furnace	SKH 9	2*35	1939	3*184	609
	SKH 2	2*60	1859	3*150	590
	NC 39	2*61	1980	3*184	622

期の目標に達したものと見えよう。製品品質に関しても水素の含有率がきわめて低く超音波成績その他について電弧炉となんら遜色を認めないばかりか製品品質もバラツキがきわめて少なくなっている。

V. 結 言

1) 現在まで1年有余にわたる操業を続けてきた結果耐火材料あるいは操業方法について自信を得たので今後は設備の稼働率向上、品質の向上、あるいは技術の開発などに今一層の努力を払うつもりである。

2) 設備としては制御盤よりの運転操作は可能であるが今後は自動力率制御方式を採用するなどさらに人為的な操作を極力少なくする段階にまでもつていきたい考えである。

669.14.018.29:669.046.582

(33) 軸受鋼の酸性溶滓処理に関する研究

(合成スラグによる溶鋼処理に関する研究—I)
大同製鋼研究所 ○加藤 剛志
Study on the Treatment of Bearing Steel with Acidic Slag.
(Study on the treatment of molten steel with synthetic slag—I)

Koshi KATŌ.

Table 1. Chemical composition of specimes.

Specimen No.	Addition of deoxidizer (hg)		Chemical compositions (%)											
	Al	Ca-Si	(JIS)	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Sol. Al	Insol. Al	
				0.95/1.10	0.15/0.35	≤0.50	≤0.030	≤0.030	—	—	1.30/1.60	—	—	
3743	①	—	4	(A)	0.98	0.26	0.33	0.024	0.009	0.10	0.14	1.44	0.005	<0.002
				(B)	1.00	0.27	0.32	0.024	0.008	0.09	0.14	1.43	0.004	<0.002
3744	②	0.5	—	(A)	0.99	0.28	0.25	0.014	0.007	0.09	0.07	1.45	0.007	0.002
				(B)	0.99	0.26	0.30	0.015	0.010	0.09	0.06	1.46	0.010	0.002
3746	③	—	—	(A)	1.00	0.28	0.28	0.019	0.010	0.09	0.06	1.46	<0.002	<0.002
				(B)	0.99	0.25	0.31	0.020	0.009	0.09	0.07	1.47	<0.002	<0.002
3747	④	0.5	4	(A)	0.96	0.28	0.31	0.018	0.008	0.08	0.06	1.45	0.010	0.002
				(B)	1.00	0.28	0.30	0.023	0.007	0.09	0.06	1.47	0.012	0.002

I. 緒 言

塩基性電気炉で精錬した溶鋼を出鋼後、酸性溶滓により処理することによつてそれが介在物および鋼品質におよぼす効果、ならびに両者の関係等を調査する目的で軸受鋼を対象とし、酸性溶滓処理の試験を行なつた。第1報として特に介在物の性状、形態等の変化に注目して検討した結果について報告する。

II. 実験方法

(1) 実験試料の溶製

2t 塩基性電気弧光炉により、軸受鋼2種 (SUJ2) を溶製し、出鋼時脱酸剤をつぎの4通りに量を変えて添加した。

- ① 出鋼前炉中 Al 添加: なし, 取鍋 Ca-Si 添加: 4kg
- ② " : 0.5kg, " : なし
- ③ " : なし, " : なし
- ④ " : 0.5kg, " : 4kg

取鍋に出鋼した溶鋼のうち、半量を予め酸性溶滓(SiO₂ 約 60%, CaO 約 10%, Al₂O₃ 約 8%) 約 200kg を加熱溶融状態として入れた別の取鍋中に攪拌しつつ移し更に攪拌を続けた。適当なキリングを行なつた後、それぞれの取鍋 (塩基性スラグおよび酸性スラグ) から各1屯鋼塊型に溶鋼を鑄込んだ。途中、出鋼前および取鍋下からそれぞれガス分析用および化学成分分析用試料を採取した。又、酸性スラグ試料を溶鋼注入前、溶鋼とスラグ攪拌後および鑄込終了後の3コ、塩基性スラグ試料を出鋼前、鑄込前、および鑄込終了後の3コ採取した。各種類について酸性スラグ処理したもの (以下(A)法と呼ぶ) および処理しないもの (以下(B)法と呼ぶ) の化学成分 (鑄込中期) を Table 1 に、ガス成分を Table 2 に示す。

(2) 試料の加工および試験

先ずそれぞれの鋼塊をソーキング後、95% に圧延し、鋼塊の Top, Mid., および Bot. 相当位置からキズ試験片およびマクロ試験片を採取した。地キズおよびマクロ試験後、マクロ試験片の残材から試片を切り出して清浄度および組織を調査した。

清浄度の測定結果を Table 3 に示す。

III. 実験結果および考察

①, ②, ③および④のような Al および Ca-Si の組