

Fig. 5. Mechanical properties of boiler plate.

669.15-198:669.187.25
621.365.62:621.039.85

5. 成品の品質特性

a. 酸化介在物

酸化介在物の含有量は 0.01~0.02% で、非処理鋼と比較し、約 1/2 に減少している。これは DH 真空脱ガス法の脱酸効果がすぐれていることを示すものである。

b. 超音波試験成績

厚さ 38~150mm の製品の超音波試験結果を、非処理の平炉鋼および電気炉鋼と比較して調査した結果、非処理の平炉鋼に比べ、超音波不良はほとんどなくなり、電気炉鋼にまさるとも劣らないすぐれた成績が得られた。

c. 機械的性質

Fig. 5 に DH 処理と非処理の平炉鋼の機械的性質の比較を示す。図より明らかのように、特に絞り特性の向上、異方性の減少などに大きな特長が認められている。

V. 結 言

DH 真空脱ガス法について、当所における設備の概要および DH 真空脱ガス処理によるボイラープレートの製造結果を述べ、DH 真空脱ガス処理方式が十分効果のあることを明らかにした。

ここに DH 真空脱ガス法の特長を要約すれば次の通りである。

1. DH 真空脱ガス法は、特に脱酸、脱水素に効果があり、非金属介在物の低減、超音波試験成績の向上のための有効な脱ガス法である。
2. 真空処理中に容易に成分の調節ができるので、成分適中率をいちじるしく向上させることができる。したがって、成分規格範囲の厳格な鋼種の製造にも適している。
3. DH 真空脱ガス法は、現状の製鋼作業工程をほとんど乱すことなく処理できるので大量生産方式に適している。
4. 真空処理中において、脱酸の調整が比較的容易に実施できるので、例えば脱酸剤をほとんど使用しないセミキルド鋼の製造が可能である、などの適用鋼種範囲が非常に広い。

(90) 電炉内におけるフェロアロイの溶解と均一化におよぼす誘導攪拌の効果

(製鋼工場における RI の利用—VII)

八幡製鉄所、技術研究所

理博 森 久・繩田 義訓

製鋼部

○打田 安成・田中 誠也

Effect of Induction Stirring on the Homogenization of Ferroalloy in Electric Furnace.

PP1777-1780

(Tracer application of RI to steel works—VII)

Dr. Hisashi MORI, Yoshikuni NAWATA, Yasushige UCHIDA and Seiya TANAKA.

I. 結 言

誘導攪拌（以下 I.S と略称する）法による電炉内鋼浴の攪拌は、還元期における脱酸や脱硫などのスラグ—メタル反応の促進、溶鋼成分および温度の均一化、排滓作業の迅速化などの点でいちじるしい効果を有し、この結果精錬時間の短縮や成品の品質向上をもたらすことは、すでに多くの研究者によつて報告されているところである^{1)~3)}。

八幡製鉄所においても、昭和 37 年 9 月第五製鋼課 60 t 電炉に ASEA 式 I.S 装置が設備され、以後順調に稼動して上述した効果をあげている。しかしながら一方では I.S により炉床耐火物の損耗がはなはだしくなることも懸念されており、このため I.S を必要にして十分な時期および時間のみ稼動させることが望ましいと考えられた。

そこで製鋼部では、I.S 期における鋼浴の均一化に要する時間をもとめるため、あらかじめ偏熱させておいた鋼浴表面直下に浸漬温度計を挿入したのち I.S を始動させ、浴温の連続測定を行つた。浴温は正弦波に近い形状で周期は約 2min であるが振巾は指数関数的に減衰し、約 5min 後には温度の時間的変動がほとんど認められない状態となつた。一方フェロアロイを添加したのち順次採取した試料の化学分析値の変化から、フェロアロイの溶解と均一化には約 10min を要するものと推定さ

れた。

しかしながら、上述した意味で、より合理的な作業標準を設定するためには、フェロアロイの溶解と鋼浴の均一化をさらに詳細に検討する必要があると考えられ、RI トレーサー法を応用することとなつた。本報では、これに関する試験結果について報告する。

II. 実験方法

RI としては、金属線状の ^{198}Au を 60 t に対しては約 2 mc 使用した。 ^{198}Au によるフェロアロイの標識法として、試験 I と II では ^{198}Au を薄鋼管製カプセルに封入し、試験 III ~ V および VIII では立方体に近い形状のフェロモリブデン (Mo: 54%) に孔をあけて ^{198}Au を埋込んだのちエバタイトで栓をし、試験 VI と VII ではフェロモリブデンもしくはフェロクロム (Cr: 65%) を ^{198}Au と共に実験室の高周波誘導電気炉で溶解してルツボのまま凝固させたのち中身を取出した。

^{198}Au 標識物の炉内への添加法としては、試験 I と II では ^{198}Au 封入カプセルを鋼棒に支持してメインドアから鋼浴表面の外径より約 1 m 奥の鋼浴面より約 10 cm の深さに挿入し、試験 III ~ V および VIII では ^{198}Au 埋込み Fe-Mo をシュベルでほぼ同じ位置に投入し、試験 VI と VII では装入箱にフェロアロイを入れた上に ^{198}Au 固溶 Fe-Mo もしくは Fe-Cr をのせて装入した。

試料採取はメインドア (およびサイドア) より、 ^{198}Au 投入点と思われる鋼浴表面よりスプーンで溶鋼を採取し直径 60mm 厚さ約 40mm の試料を金型に鑄込み、その放射能を前報⁴⁾ の要領でシンチレーションカウンターにより測定した。

III. 実験結果と考察

実験条件と結果の概要を Table 1 に示す。試験はすべて 60 t 電炉における鋼浴の均一化に及ぼす I. S の効果をしらべた試験である。

^{198}Au 標識フェロアロイの鋼浴への添加は、いずれの試験においても排滓後の仕上げ精錬期に行つたが、 ^{198}Au 添加後採取した試料中の ^{198}Au 濃度の相対値 Cr の分析値を Fig. 1 に示す。

まず、I. S による鋼浴そのものの均一化速度をもとめるために行つた試験が、 ^{198}Au 封入カプセルを鋼浴表面近くに挿入した試験 I と II であり Fig. 1 にみられるように鋼浴の均一化には 4~5min を要している。 ^{198}Au 濃度の推移は定常値に達するまでいくつかの極大および極小点を経ておりこれが炉内鋼浴の循環周期に対応するものであれば、周期は試験 I では 60 sec 以下試験 II では 30 sec 以下であることが Fig. 1 からわかる。 ^{198}Au 濃度変化の振巾はほぼ指数関数的に減衰しているようである。

フェロアロイを炉内に装入した場合、均一に混合するまでには、鋼浴の均一化に要する時間の他にフェロアロイの溶鋼に要する時間が必要である。そこで粒度が比較的小さいフェロアロイの例として、1 コが 500~600 g のフェロモリブデンに ^{198}Au を埋込んで鋼浴に投入した例が試験 III と IV である。Fig. 1 からフェロモリブデンの溶解と均一化には 5~6min を要し、上述した鋼浴の均一化所要時間よりも 1min 長いに過ぎないことがわかる。しかし ^{198}Au 濃度の推移は、試験 I・II 様相とは異なり、 ^{198}Au 濃度が極大点に達したのち減少して定常値になつている。とくに試験 IV では ^{198}Au 埋込フェロモリブデン投入後 1~3min の間は 20 sec 以下の間隔で試料を採取したにもかかわらずいずれも定常値以上の放射能を有している。したがつてこの場合は、鋼浴循環の周期が試験 I・II で認められた 30~60 sec であるとは考え難い。このことは鋼浴全体の平均循環周期としては、前述した浴温の連続測定結果で認められたように鋼浴の上下方向の循環周期は約 2min と考えられるにせよ、炉内の各局所についてはそれぞれ異なる周期で循環しているものと考えられる。

ついで、さらに大形状のフェロアロイを添加した場合として、試験 VI では ^{198}Au を固溶した 6.5 kg のフェロモリブデンを 1300 kg のフェロクロムと同時に装入し、試験 VII では ^{198}Au を固溶した 4.4 kg のフェロクロムを 850 kg のフェロクロムと同時に装入した。Fig. 1 から、 ^{198}Au 濃度の均一化に要した時間は、試験 VI では 9~10

Table 1. The conditions & results of tests.

Test No.		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Capacity of furnace (t)		60	60	60	60	60	60	60	60
Induction stirring current* (A)		500	500	500	500	0	500	500	0
^{198}Au tagged alloy	Kind	Capsoule	Capsoule	Fe-Mo	Fe-Mo	Fe-Mo	Fe-Mo	Fe-Cr	Fe-Mo
	Size Weight			597 g	534 g	507 g	8.5φ × 16cm 6.5 kg	8.5φ × 12cm 4.4 kg	500 g
Composition of metal bath before ^{198}Au addition	C%	0.08	0.10	0.09	0.08	0.06	0.95	0.34	0.15
	Si%	0.17	0.34	0.17	0.13	0.13	0.18	0.15	0.15
	Mn%	0.75	1.20	1.04	1.01	0.24	0.25	0.73	0.64
	Cr%	0.08	0.05	—	—	0.01	0.05	0.96	0.75
Temp. of metal bath (°C)	Before ^{198}Au addition	1580	1610	—	1590	1595	1600	1605	1625
	After the end of test	1570	1620	1615	1605	1610	1595	1610	1610
Time required for homogenization of bath (min)		4~5	4~5	5~6	5~6	≧20	9~10	7~8	≧15

* Voltage was 220 V.

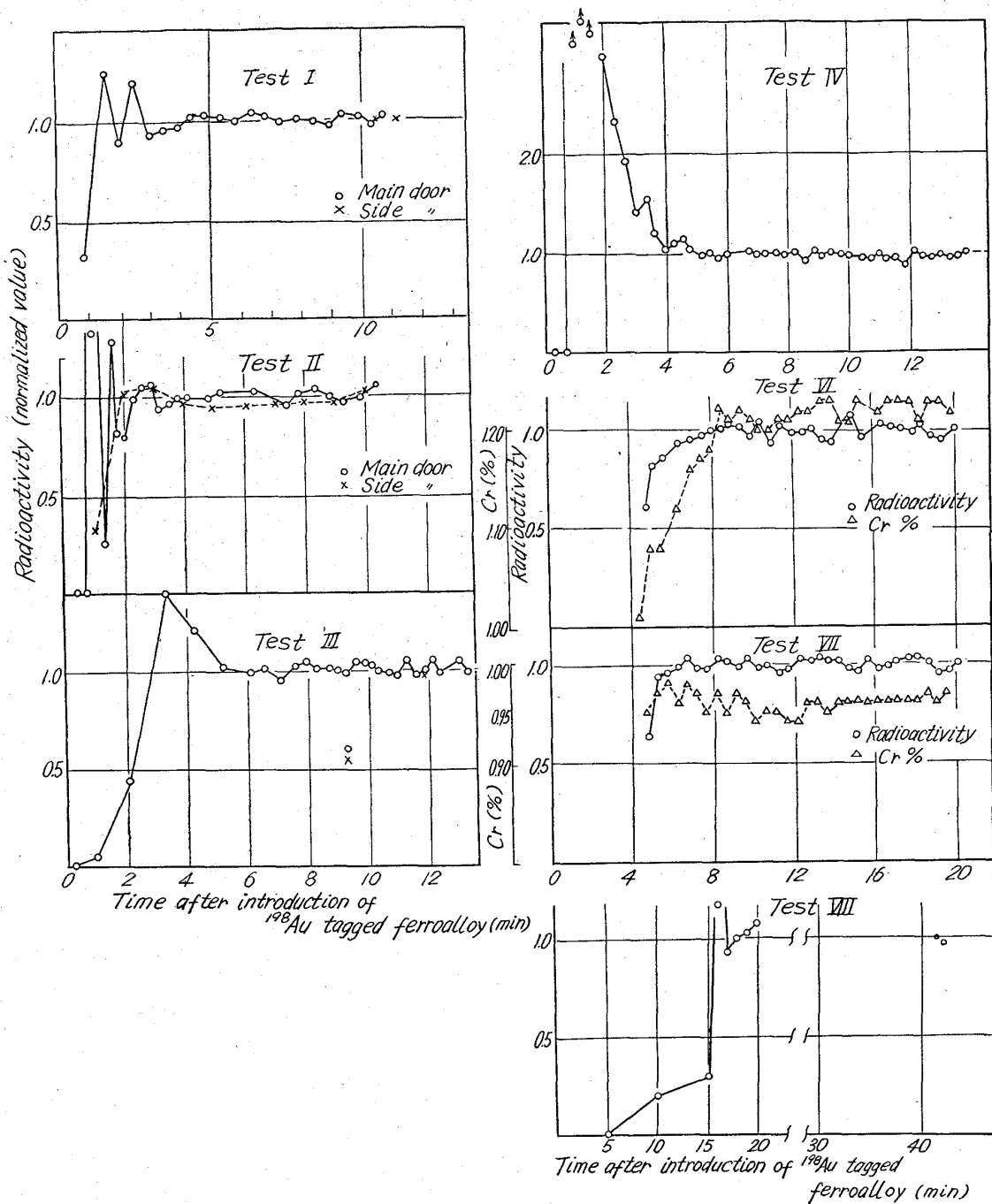


Fig. 1. Dissolution and homogenization of ferroalloy in 60t electric furnace with induction stirring.

min, 試験Ⅶでは 7~8min であることがわかる。また Cr 分析値が定常値になるまでの時間は、試験Ⅵでは約 9min, 試験Ⅶでは約 6min である。このように ^{198}Au 濃度の均一化に要する時間は約 500 kg のフェロモリブデンを投入した試験Ⅲ・Ⅳに比べてさらに長くなったが、この理由はフェロアロイの形状が大きくなったことと同時に多量のフェロアロイを装入したことによるものであろう。いずれにせよ、低合金鋼に 1t 程度のフェロクロムを装入する場合、その均一混合は 10min 以内で達せられることがわかった。

ついで、I.S の効果を確認するための比較として、

I.S を行わない場合の ^{198}Au 埋込フェロモリブデンの均一化過程をしらべた試験がⅤとⅧである。試験Ⅴでは、 ^{198}Au 投入後 20min のちまで約 1min 間隔で試料を採取したが放射能は出現しなかつた。鋼浴上下方向の対流動が極めて弱かつたのであろう。試験Ⅷの ^{198}Au 濃度の推移は Fig. 1 にみられるごとく、 ^{198}Au 投入後 5min のちの試料には放射能は検出されず、10min のちの試料には定量値の 21%、15min のちの試料でも定量値の 29% の放射能が認められるにすぎない。15min 後の試料採取直後に I.S を始動させたところ、鋼浴が急速に循環し、16min 後には試験ⅠとⅡで認められたと同

様な放射能のピークを示し、20min 後にはほとんど定常値に達している。このように、予期されたとはいえ、I. S を行わない場合には 60 t 電炉内の鋼浴の均一化には極めて長時間を要することがわかった。

IV. 結 言

¹⁹⁸Au を固溶もしくは埋込んだフェロアロイを使用し、ASEA 式誘導攪拌による 60 t 電炉内の鋼浴の均一化所要時間を求めたところ、鋼浴の均一化には4~5min 約 500 g の単位の Fe-Mo の溶解と均一化には5~6min 1 t 以上の Fe-Cr と同時に装入した単重6kg の Fe-Mo の溶解と均一化には 9~10min を要し、一方誘導攪拌を行わないときは Fe-Mo 投入後 20min 後においてもちじるしく不均一であることがわかった。

文 献

- 1) 錦織, 他: 鉄と鋼, 43 (1957), p. 1043
- 2) 伊藤, 他: 鉄と鋼, 47 (1961), p. 1402
- 3) HANAS: Neve Hufte, 5 (1960), p. 323
- 4) 森, 他: 鉄と鋼, 50 (1964) 10, p. 1411

669.14.018.24:669.046.585.7:669.046.546.22
 :621.746.589
 (91) 軸受鋼の合成鋼滓処理

日本特殊, 鋼製鋼部 工博 出口 喜勇爾

" No.64253

○吉村 誠恒・湯浅 悟郎

The Synthetic Slag Treatments on Ball Bearing Steel.

Dr. Kiyoji DEGUCHI, Masatsune YOSHIMURA and Goro YUASA.

I. 緒 言

軸受鋼ほど、鋼中の非金属介在物の組成や量が論議される鋼はない。軸受の耐用寿命を決定する因子の一つとして非金属介在物が重視され¹⁾²⁾、そのため巨視的介在物(砂疵, 地疵), 微視的介在物(顕微鏡的介在物)の溶鋼起因か耐火物起因かの考察, それに基づく拡散脱酸法(カーバイト滓), 強制脱酸法(白滓)さらに脱酸剤の種類と量が研究され, 世界各国各社各様の溶解方法を採用しているのが現状である。また特殊法としては真空脱酸法³⁾⁴⁾, 溶融合成鋼滓による精錬⁵⁾, エレクトロスラグ法⁶⁾, 真空溶解法⁷⁾ などがあつた。今回はこれら軸受鋼の品質向上を目的とし, 溶融鋼滓で溶鋼の洗滌作用を行う溶融鋼滓による取鍋処理法とエレクトロスラグ法との実験結果を比較したところを報告する。

II. 溶融合成鋼滓による取鍋処理法

この方法は炉中の精錬を簡略化して取鍋処理により迅速に良質な鋼を生産する事を目的にしているが, 今回実施したのは炉中の精錬脱酸は普通に行ない, この特殊処理で介在物(砂疵, 顕微鏡的介在物)の量が普通溶解材に比してどうなるかを調査した。

鋼の溶解は 15 Ton 電気炉(4,500 KVA)にて Table 1 に詳細を示したごとき白滓下で強制脱酸して溶製した。

出鋼直前に還元期鋼滓を炉外に排出し, 合成溶融鋼滓をあらかじめ入れてある取鍋に出鋼し鎮静のため10min

Table 1. Heat log of ball bearing steel.

No. 543		
Time	Operation	Remarks
13:00	Melt down	C 1.07; Mn 0.32; Cr 0.35; P 0.023
13:15	Oxygen blow	28 Nm ³ , Ore 300kg
13:20	Check of bath contents	C 0.75; Mn 0.27; Cr 0.40; P 0.015
13:22	Bath temp.	1650°C by immersion thermocouple
13:47	Started removing slag	
13:55	Added reducing slag	Lime 200 kg; Spar 20 kg; fine coak 50 kg
14:03	Added alloys	CaSi 20 kg; FeSi 25 kg; FeMn 10kg; FeCr 250kg
14:15	Check of bath contents	C 0.84; Mn 0.25; Si 0.19; Cr 1.22
14:35	Add balance of alloys	FeSi 20 kg; FeMn 25 kg; FeCr 70 kg; Carbon agent 50 kg
15:00	Bath temp.	1600°C
15:03	Slag off	1580°C, C 0.99; S 0.013
15:03	Tapping	7 kg Al
15:17	Teeming	R 1 Ton ingot Total weight poured 16,520 kg
	Ladle analysis	C 1.03; Si 0.27; Mn 0.35; P 0.007; S 0.009; Cr 1.43

No. 546		
Time	Operation	Remarks
8:15	Melt down	C 1.17; Mn 0.39; Cr 0.44; P 0.027
8:32	Oxygen blow	32 Nm ³ , Ore 300 kg
8:40	Check of bath contents	C 0.72; Mn 0.18; P 0.010
9:00	Bath temp.	1660°C
9:05	Started removing slag	
9:05	Added reducing slag	Lime 200 kg; Spar 20 kg; fine coak 60 kg
9:09	Added alloys	CaSi 20 kg; FeSi 25 kg; FeMn 10kg; FeCr 200kg
9:23	Check of bath contents	C 0.83; Mn 0.20; Si 0.19; Cr 1.20
9:40	Add balance of alloys	FeSi 25 kg; FeMn 25 kg; FeCr 75 kg; Carbon agent 52 kg
10:00	Bath temp.	1610°C
10:03	Slag off	1590°C, C 1.01; S 0.012
10:17	Tapping	Al 7 kg
	Teeming	R 1 Ton ingot Total weight poured 15000 kg
	Ladle analysis	C 1.01; Si 0.24; Mn 0.29; P 0.011; S 0.008; Cr 1.53

間保持した後注型した。

合成鋼滓の溶解は休止中の 8 Tons 電気炉(3000KVA)を利用した。Fig. 1 に示したごとく炉床, 炉堤, 炉樋を黒鉛板で組立て, 炉壁はマグクロ煉瓦, 天蓋はクロマグ煉瓦にし築造した。

取鍋中に注入する合成鋼滓の量は溶鋼量の約 6% に当