

結果の一例を示す。

Table 1. Properties of ultrasonic-treated steel.

Test No.	Ingot treatment	Tensile strength kg/mm	Elongation %	O ₂ %
1	Conventional	53.2	31.0	0.0096
	Treated by A	54.5	25.0*	0.0084
	" B	56.0	35.0	0.0073
	" C	55.5	28.0*	0.0095
2	Conventional	49.4	33.5	0.0143
	Treated by C	50.6	34.0	0.0106

* Small speck was found on fracture.

抗張試験片は試料の底部側を鍛造して焼準後の 4 号試験片によつた。また酸素分析は引張試験後の試験片より切り出し、真空溶融法によつた。

Table 1 を観察すると、ごくわずかではあるが超音波処理の効果が認められる。すなわち抗張力、伸びは増加し、O₂% は減少している。今回の実験では、出力の小さいこと、伝達子の溶融などの問題により充分な結果はえられなかつたが、今後さらに実験方法を改善することにより一層効果的な実験を行なうことにしている。

V. 結 言

出力 50W、発振周波数 20 k C の小型超音波発生装置を用い、パラフィン、アルミニウム、鋼などの溶融物に超音波エネルギーを与えることにより、凝固中にいかなる影響をおよぼすかを検討した結果、つぎのごとくである。

1. パラフィン溶液では cavitation の現象が起り、脱ガスされているのが観察された。蠟塊の内部性状をみると、頭部収縮孔はやや浅くなつていた。
2. アルミニウム溶液では脱ガスは見られなかつたが、鋳塊の結晶は微細化していた。
3. 溶鋼においてはパラフィン液と同様脱ガスが行なわれ、鋼塊の結晶は微細化して、機械的性質もわずかながら改善された。

文 献

- 1) ヤー・ペー・グレビーチ、他；スターリ、(1957), No. 5
- 2) エン・ペー・ニコライチック他；スターリ、(1957), No. 4
- 3) 同 上； 鋳造工業、1958. No. 2
- 4) E. B. WRIGHT, et alii; The Iron Age, 184 (1959), No. 6
- 5) W. A. TILLER, et alii; Metal Progress, 76 (1959) No. 9

(69) 電気弧光炉における電極原単位の比較試験方法の検討とその結果の 1 例について

大同製鋼平井工場

中里 頌道・牛山 博美・石塚 久雄

Study on the Factors Related to Electrode Consumption in Electric Arc Furnace.

Eido Nakazato, Hiromi Ushiyama and Hisao Ishizuka.

I. 緒 言

弧光式電気炉における電極の消耗は、電気炉の作業条件、あるいは炉内 3 極の位置などにより大きく左右されると思われるが、従来電極メーカー別の差や、品質の異なるものの比較は、月間の原単位差、一定期間同一品質のものを使用して比較するなどの方法が採られていた。しかし、この場合には試験期間の作業条件の変更、時期的による消耗量のバラツキは分離できないので正確な比較をすることは困難であつた。これら他の要因によるバラツキを分離してメーカー間、あるいは品質間のみの比較を行なうには、普通の二元配置、または三元配置の実験計画法でも無理である。このための実験計画として、反覆ラテン方格法を採用して、計画を組み試験を実施し、メーカー間の比較を行ない、さらに当工場の使用条件に適合した電極特性値を把握することができた。その試験の方法および結果について報告する。

II. 試 験 方 法

1. 実験計画

採り上げた要因と、その組合法を Table 1 に示す。Table 1 はつぎのことを示している。すなわち D₁ A₁ に

Table 1. Design of experiment.

	D ₁			D ₂			D ₃			D _n		
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃
C ₁	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃
C ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂
C ₃	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁

factor. B Position of electrodes in a furnace (Parameter)

C Electrode manufacturer (Parameter)

D Replication of experiment (Variate)

A Order of experiment in a replication D (Variate)

おける期間では、メーカー（あるいは品質）、 C_1 は B_1 の位置であり、 C_2 は B_2 の位置、 C_3 は B_3 の位置であるが、 D_1A_2 の期間では C_1 は B_2 、 C_2 は B_3 、 C_3 は B_1 となる。そしてこのDにおけるAの試験期間は、3昼夜とし、 A_1 から A_2 に、 A_2 から A_3 にかわるごとにおのおの電極重量を測定し消耗量を算出した。この場合の分散分析の構造模型は Table 2 に示すごとくであり、

Table 2. Structure model in analysis of variance.

factor	level	degree of freedom	Expectation of mean square
A	3	2	$\sigma_E^2 + 3\sigma^2_{A \times D} + 3 \times n \sigma_{A^2}$
B	3	2	$\sigma_E^2 + 3\sigma^2_{B \times D} + 3 \times n \sigma_{B^2}$
C	3	2	$\sigma_E^2 + 3\sigma^2_{C \times D} + 3 \times n \sigma_{C^2}$
D	n	n-1	$\sigma_E^2 + 3\sigma^2_{A \times D} + 3\sigma^2_{B \times D} + 3\sigma^2_{C \times D} + 9\sigma_{D^2}$
A × D	—	$2 \times (n-1)$	$\sigma_E^2 + 3\sigma^2_{A \times D}$
B × D	—	$2 \times (n-1)$	$\sigma_E^2 + 3\sigma^2_{B \times D}$
C × D	—	$2 \times (n-1)$	$\sigma_E^2 + 3\sigma^2_{C \times D}$
E	—	2n	σ_E^2

メーカーあるいは品質の要因Cは完全に他の極別、あるいは実験期間（作業条件の変更など）などの要因より分離されて検定することができる。

2. 試験に使用した電気炉

レクトロメルト式OPT型電気炉で、公称能力8t、実装入量9t、変圧器容量4,375kVA、最高2次電圧230V、アンプリダイン式電流調整方式、炉頂装入方法（ドロップボトム型）であり、使用電極の直径は305mmである。

III. 試験結果

1. 3メーカーの従来品の比較

3社（E・F・G.）の従来品を比較した結果は Fig. 1

のごとくであり、メーカー間、電極位置別に有意な差があり、炉内位置における消耗は、操業口側がもつとも大きく、出鋼口側はもつとも少ない。これは操業口の開閉による冷風の侵入が電極の酸化、スポーリングに影響していると考えられる。

またメーカー別にはE社製がFG社製に比し少ない消耗を示し、残存直径を測定した結果でもE社製がもつと

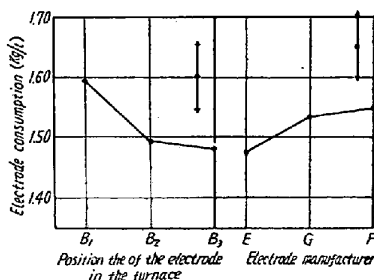


Fig. 1. Relation between positions of the electrode in the furnace, electrode manufacturers and electrode consumption.

も大きかった。このことより耐酸化性の電極は消耗が少ないと考えられる。

2. 嵩比重を変えた試験

耐酸化性の消耗を調べるためF社製の嵩比重を1.60以上のものと、1.59以下のものに分け、E社の従来品と、3種類について比較試験を行なった結果、E社とF社の間に消耗量の有意差があり、E社は少ない結果であった。F社同志では高比重のものの消耗は少なかつたが、その差は有意ではない。ただこの実験で試験期間による差、すなわち要因DとD×Aに差があつたが、これは各期間における作業

条件の影響、すなわち電力原単位が電極消耗に大きく影響していることが判明した。その関係を Fig. 2 に示す、電力原単位25kWh/t増加すると、電極消耗量は0.5kg/t増加する。

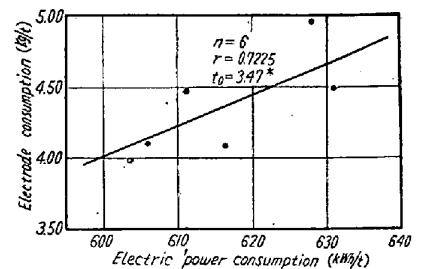


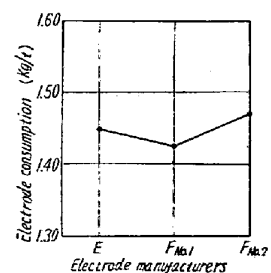
Fig. 2. Relation between electric power consumption and electrode consumption.

3. 比抵抗を変えた試験

2回の試験ではいずれもE社製品が優れた成績を示したが、F社製品と特性値を比較した場合に、もつとも大きな差のあるのは比抵抗で、E社製の87.6に比し、F社製の $95.5 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ である。この比抵抗による影響を調べるためF社製の比抵抗80前後と、83前後のものをえらびだしE社の従来品と比較した。なおこの場合のE社製の低比抵抗のものは嵩比重1.158、高比抵抗のものは嵩比重は1.56

であつた。試験の結果は Fig. 3 に示すとおりである。すなわちF社の比抵抗を下げたことによりメーカー間には有意な差はなくなった。

このことより考えて、電極消耗と電極特性値の関係で電極消耗に大きく影響するのは、比抵抗であり比抵



E: Made by E Co.

FNo1: Low specific resistance made by F Co.

FNo2: High specific resistance, made by F Co.

Fig. 3. Relation between electrode manufacturers and electrode consumption after changing of the specific resistance.

抗は少ない方がよい。また比抵抗が $90 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下になれば嵩比重の大きい方が消耗量は少ないと考えられる。

IV. 総 括

1) 弧光式電気炉の電極消耗のメーカー別、あるいは品種別の比較試験を行なうときに、とくにその製造鋼種が特殊鋼であるような場合には、製造鋼種が変わるごとに作業条件も異なるので、電極に与える影響もかわってくる。これらの条件をすべて同一にして試験を行なうことは無理で、現場工程を乱さないで、しかも他の要因を完全に分離して試験するには、今回採用したような実験計画がもつとも妥当と考えられる。

2) この方法により、当工場の電気炉で試験した結果は

イ) 従来納入されていた 3 社の製品の消耗には差があり 1 社の製品がほかの 2 社の製品に比し消耗量は少ない。

ロ) 消耗量の大きいメーカーの製品でも嵩比重のみを大きくした場合には影響なかったが、比抵抗を小さくして嵩比重を大きくした場合の消耗は少なく、消耗の少ないメーカーとの差はなくなった。この場合の比抵抗は $< 90 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 、嵩比重は > 1.58 が望ましい。

ハ) 炉内においては操業口の消耗がもつとも大きく、出鋼口の消耗はもつとも少ない。

ニ) 電力原単位と電極消耗量とは正相関があり、電力 25 kWh/t 増すと電極は 0.5 kg/t 多く消耗する。

以上の結果はもちろんすべての電法炉に適用するものではなく、炉容量、作業条件などにより異なる結論は出ると思われるが、試験の方法と、その方法により試験した結果の 1 例として報告する。

(70) 電気弧光炉炉床の温度管理

住友金属工業鋼管製造所

谷口 千之・仲谷 正二

江藤 重任・○竹田 進

Temperature Control of Arc-Furnace Hearth Dimensions by Thermo Couple.

Chiyuki Taniguchi, Shoji Nakaya,
Shigeto Eto and Susumu Takeda.

I. 緒 言

電気弧光炉炉体保全の問題として、電気炉炉体の修理後乾燥状況について従来検討を加えてきた所であるが、

測温方法の点で充分でなかった。しかし炉床の損傷状況の常時監視を行なうことは日常必須の条件であり、その実施を可能ならしめるよういろいろ努力してきたのであるが、昨年特殊熱電対パイロテナックスの入手により日常管理の目安が立つた。まず 6 t 容量の電気炉に設置し基礎研究を行ない、本年 4 月 50 t 電気炉の設置とともに日常測定を行ない充分な管理が可能となつたので、ここに報告する。

II. 6 t 容量電気炉における予備実験

従来乾燥時に行なつた測定は Fig. 1 の E として示した位置でかなり炉床外表面に近く炉床内の温度分布を充分に示しているとは考えられず、測定用熱電対もアルメルクロメルで外径 3.2ϕ のものを使用したため熱的応答も充分でなく、炉床の保全から考えても 26ϕ の保護管では、設置近くの損傷がある場合危険であつた。

昨年、特殊熱電対パイロテナックス（外径 6.7ϕ ニッケルクローム鋼保護管、 1.6ϕ アルメルクローム熱電対、絶縁材マグネシヤ）の入手を得て炉床スタンプ材

内部に熱電対の損傷をうけることなく設置でき得るので Fig. 1 に示したように、三電極の下および炉の中心に埋設し炉床内の熱的挙動の監視を行なつた。

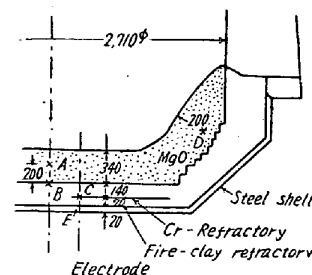


Fig. 1. Relative locations thermocouples on the bottom.

1. 測定結果とその検討

A. 炉床内深さ方向の温度分布より、マグネシヤスタンプの熱伝導率の算出

炉床内の温度分布から熱伝導率を算定する場合温度が定常状態でないと

計算がきわめて複雑になるので、コークス乾燥時の末期に得た結果を用いた。炉床内温度分布は Fig. 2 の

ようであり、各部の熱放散の等価式を示すと、

$$\frac{\alpha}{0.200} (965 - 750) = \frac{1.51}{0.140} (750 - 400) \dots \dots (1)$$

となる。したがって α (スタンプ材熱伝導率) は $3.51 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$ と算出し得た。

B. マグネシヤスタンプ内の温度による炉床損傷状況

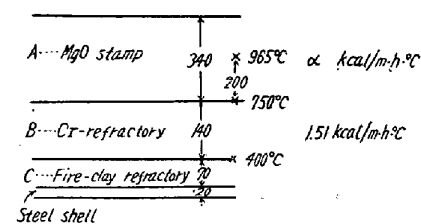


Fig. 2. Temperature distribution in bottom of the arc furnace.