

タを待たないと結論は出ない。

文 献

- 1) R. J. McCULLOUGH: J. Metal, (1962), p. 907.
- 2) 山本, 長谷部: 電子管工学Ⅱ, (1955), p. 95
[コロナ社]

669.187.2:533.9

(72) プラズマ溶解した SUJ 2 の品質
について

(プラズマ製鋼炉の開発研究—Ⅱ)

大同製鋼, 中央研究所

野崎 善蔵・○加藤 剛志
徳井 輝雄・鈴木 信雄

On the Steel Qualities of SUJ 2 Remelted by
Plasma Jet Furnace.

(Development of the plasma jet furnace—Ⅱ)

Zenzō NOZAKI, Kōsi KATŌ, Teruo TOKUI
and Nobuo SUZUKI.

1. 緒 言

第 1 報においてプラズマ製鋼炉を設計, 試作して溶解試験を行ない, ①プラズマジェットによる鋼の溶解は可能であり, とくに ② 小型炉の場合は同程度のアーク炉と比べて操作が簡単であることを報告した。

本報ではこのようにして開発製作したプラズマ製鋼炉を用いて, プラズマアークのもつ大きな特徴である超高温ならびに不活性ガス雰囲気というものが溶製された鋼の品質向上にいかに関与したかということを確認した。その結果は介在物, 地キズなどの点で秀れた品質を得ることができ, プラズマ製鋼炉の設計, 試作が順調に進んだことが確認されて, 実用的な意味でのプラズマ製鋼炉というものの形を作り上げることができた。

2. 実験方法

2.1 供試材の溶解および加工

Table 1 に示すような S および [O] 含有量が低目の SUJ 2 材と高目の材料をそれぞれ, 溶解母材として 65 kg ずつを第 1 報で報告したプラズマ製鋼炉で再溶解した。途中, 成分調整のために鉄鉄 2 kg, Fe-Si 36 g, および Fe-Cr 49 g を添加した。溶解条件は平均電流約 700A, 平均電圧約 100V, Ar ガス流量約 55 l/min であり, 溶落までの時間は No. 02 で 55 min, No. 06 の場合 70 min であつた。溶落後, 約 1hr 保持して成分調整, 温度調節ののち, 1600°C で出鋼して 70kg 丸型鋼

塊鑄型に鑄込んだ。

得られた供試材の化学成分を Table 1 に示した。各鋼塊は 1250°C で 15hr ソーキングの後, 片面 5mm ずつ旋削してから鍛造して 92mm 角 (加工比 2.4) とした。これを 780°C で軟化焼鈍後, 鋼塊中部相当部より, 地キズ試験, マクロ試験, ミクロ組織調査, 介在物調査等の試験片を採取した。No. 02 についてはさらに 9.5mm 丸に圧延後, 球状化焼鈍してから 7.6mm 丸に線引, さらに焼鈍後, 7.6mm 丸に線引して線材として球状化状態調査, 硬さ測定, 焼入試験などに供した。

2.2 品質調査

92mm 角供試材についての各種品質調査は次のように実施した。

(1) 非金属介在物……JIS 法清浄度および長さ 100 μ 以上の A, B 系介在物と厚さ 10 μ 以上の C 系介在物の一定面積 (10 mm²) 当りの個数を測定した。

(2) 顕微鏡組織……鍛造状態で研摩後, 5% ピクルルでエッチして炭化物の状態を観察するとともに別に試験片を採取して JIS 浸炭法で浸炭後, オーステナイト結晶粒度を測定した。

(3) 横断面マクロ組織……50%塩酸煮沸法でマクロ組織を現出せしめて観察した。

(4) 地キズ……JIS 三段削法によつて判定した。念のために No. 06 材について供試材の一部をさらに 40 mm 丸まで鍛伸して地キズ試験を行なつた。

次に No. 06 の 9.5 mm 丸ないしは 7.6 mm 丸線材についてはつぎのような品質調査を行なつた。

(1') 炭化物の球状化状態 (7.6 mm 丸)。

(2') 顕微鏡組織 (9.5 mm 丸)……圧延状態で 92 mm 角の場合と同様に炭化物の状況とオーステナイト結晶粒度を浸炭法で測定した。

(3') 非金属介在物 (9.5 mm 丸)……方法は 92 mm 角の場合と同じ。

(4') 横断面マクロ組織 (9.5 mm 丸)……方法は 92 mm 角と同じく 50% 塩酸煮沸法。

(5') 焼入試験 (7.6 mm 丸)……600°C でそれぞれ 10 min 間, 予熱後, 820, 840 および 860°C で 20 min ずつ加熱後, 油冷して硬さ (HRC) と残留炭化物量を測定した。(3000 倍の写真上において point counting 法で測定)

3. 実験結果および考察

3.1 化学成分およびガス含有量について

No. 02 および 06 を比較すると No. 02 は S が高目, [O], ΣN が低目であり, No. 06 は S が低目, [O],

Table 1. Chemical composition of specimens (%).

Specimen No.		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	As	Sn	ΣAl	ΣN	[O]
02	Plasma remelting	0.96	0.31	0.45	0.019	0.011	0.07	0.06	1.44	0.010	0.019	0.010	0.010	0.0023 0.0017
	Raw material	1.03	0.33	0.43	0.017	0.004	0.07	0.05	1.45	—	—	0.032	—	0.0043
06	Plasma remelting	0.95	0.24	0.36	0.014	0.006	0.09	0.06	1.40	0.013	0.014	0.014	0.013	0.0038 0.0040
	Raw material	1.03	0.27	0.39	0.013	0.007	0.08	0.07	1.43	0.011	0.017	0.010	0.008	0.0051 0.0074

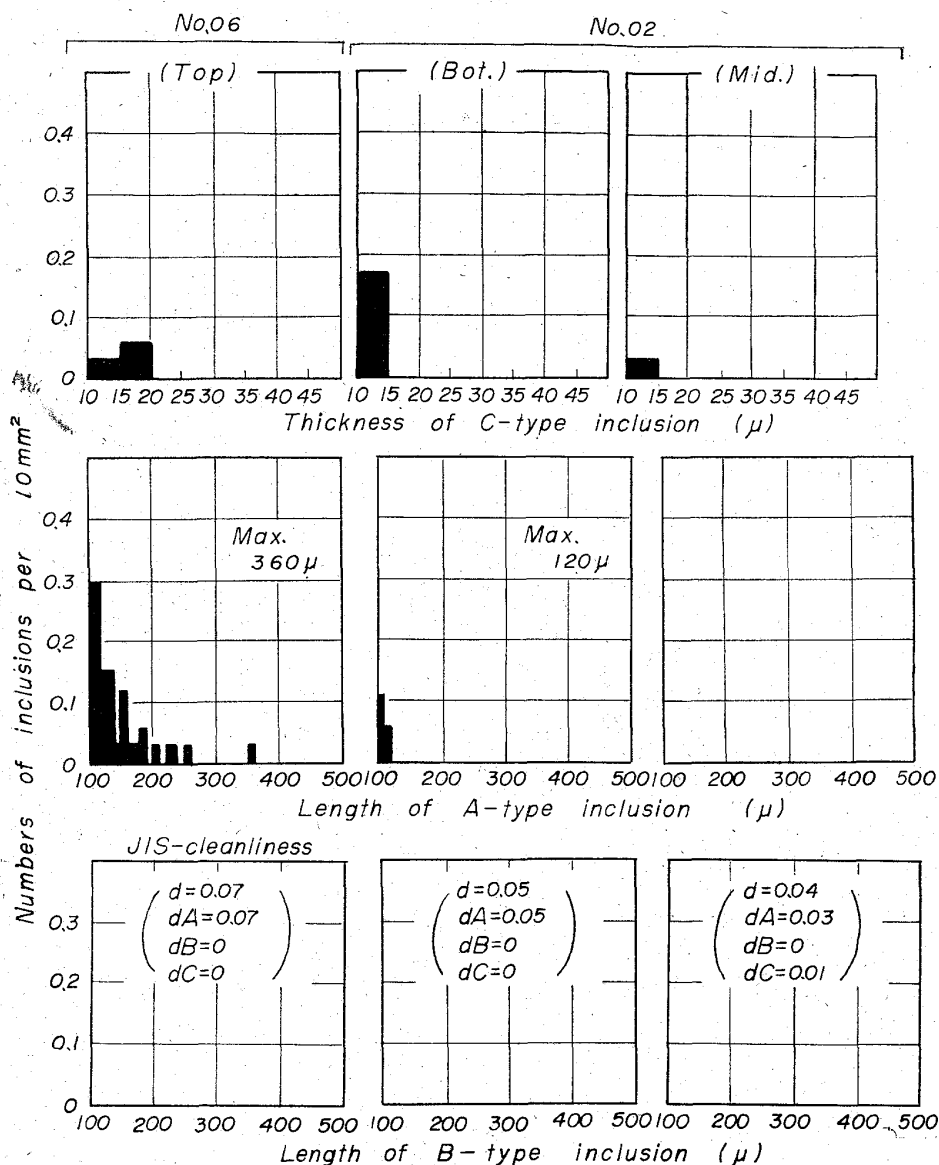


Fig. 1. Non-metallic inclusions of SUJ2(92 mm φ) remelted by plasma jet furnace.

Table 2. Effect of plasma remelting on the sand marks of steel.

Specimen No.	Size (mm)	Position (step)	Sand marks		
			JIS indication		
02	92 φ	I	0	0	—(0)
		II	0	0	—(0)
		III	0	0	—(0)
06	92 φ	I	0	0	—(0)
		II	0	0	—(0)
		III	0	0	—(0)
06	40 φ	I	0	0	—(0)
		II	0	0	—(0)
		III	0	0	—(0)
Raw material (06)	100 φ	I	11.0	—11.0	—(1)
		II	16.8	—16.8	—(1)
		III	6.0	—6.0	—(1)

ΣN が高目であるが, Cu, As, Sn などの不純物はプラズマ溶解で減少しなかつた. なお, [H] はどちらも 0.2~0.3 cc/100g で差がなかつた. これらの成分の値はプラズマ溶解による顕著な変化をみせなかつた. ただ, No. 02 の [O] 含有量がほぼ, 脱ガス材に匹敵する程度まで低下した.

3.2 非金属介在物について

92 mm 角材について実面積 326 ないしは 361 mm² を測定し, 得られた結果を Fig. 1 に示した. Fig. 1 からわかるように C 系介在物は 20 μm 以下のものがわずかに存在するのみであり, B 系は全く認められず, A 系は鋼中 S 含有量の多い No. 02 において長いものがやや多い (とくに Top 側) のみであり, (しかし, No. 06 には長い A 系もない) 非常に秀れた成績である. やや A 系の多い No. 02 でさえ, SKF 材より, さらによい介在物成績とみなされる. ちなみに No. 06 の母材(100 mm 丸)について測定した介在物成績は Fig. 2 のごとくであり, Fig. 1 に示したプラズマ溶解材の非金属介在物成績が極めて秀れていることが裏書きされる. なお, JIS 清浄度測定法による測定結果をそれぞれ, Fig. 1 および Fig. 2 の図中に併示したが, この結果においても母材 (No. 06) は dC が 0.07 と大きい値を示しているのに対し,

プラズマ溶解材はいずれも 0 ないしは 0.01 であり, 軸受鋼にとって好ましくない C 系介在物がほとんどないことがわかる. なお, 9.5 mm 丸線材 (No. 02) についての介在物測定結果も Fig. 1 の No. 02 の成績にほぼ, 近い値であった.

3.3 顕微鏡組織について

92 mm 角ではいずれも初析の網状炭化物と微細パーライトを含んだラメラパーライトから成る組織で巨大炭化物は認められず, 正常な組織であった. 9.5 mm 丸線材についても顕微鏡組織の異常は認められなかつた.

オーステナイト結晶粒度は 92 mm 角では GC 3.5~4.0 の混粒であったが, 9.5 mm 丸では 7.0 程度の整粒であった.

3.4 横断面マクロ組織について

No. 02 と 06 の 92 mm 角においては軽微なデンドライトとピットが認められ, No. 02 の 9.5 mm 丸線材ではこれらが軽減されて, ピットがわずかに認められたの

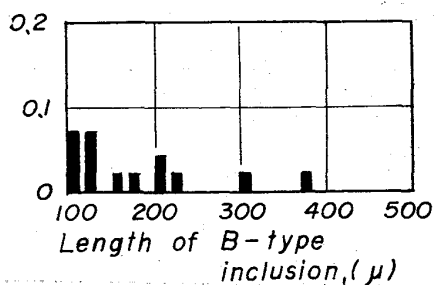
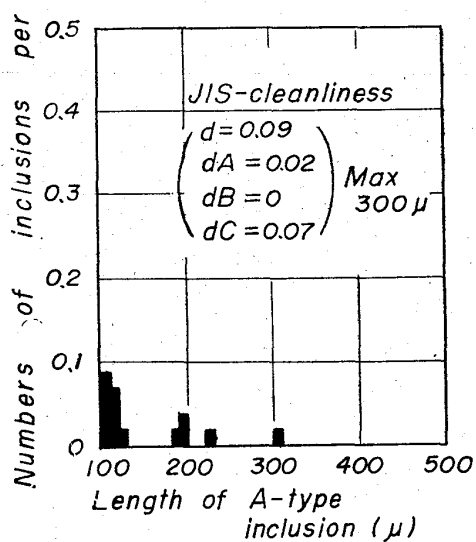
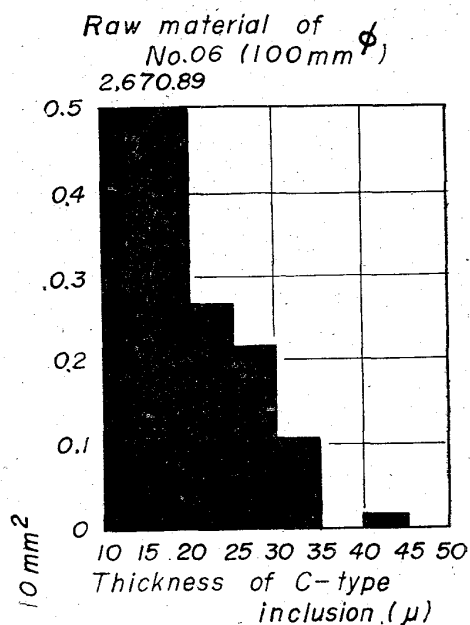
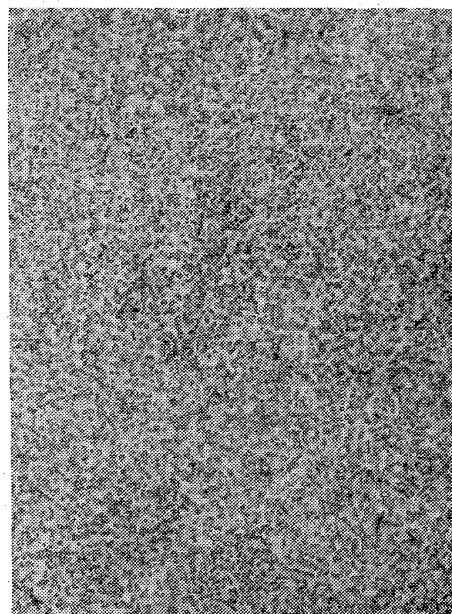


Fig. 2. Non-metallic inclusions of raw metaerial. (No. 06)

みでいずれも問題はなかつた。

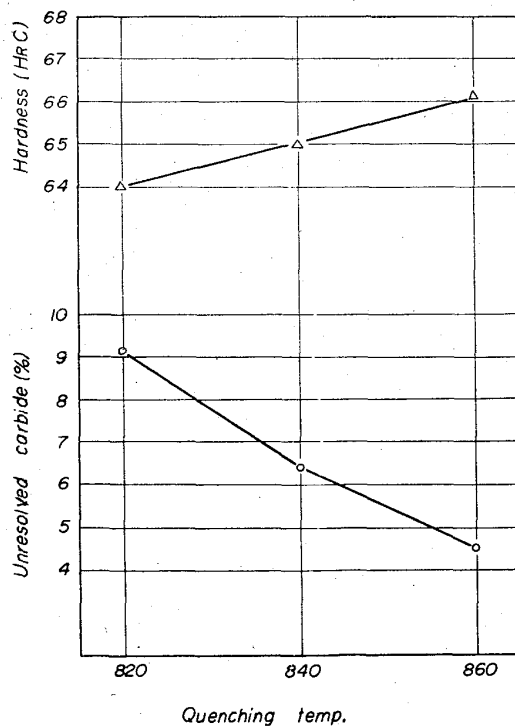
3.5. 地キズについて

Table 2 に 92 mm 角および No.06 の 40 mm 丸ならびに母材の地キズ成績を示したが、プラズマ溶解材はチャージを問わず、また、寸法を問わず、すこぶる秀れた成績で地キズは全く認められなかつた。介在物の結果と



×500 (5/6)

Photo. 1. Spheroidized carbides. (No. 02, 7.6 mm ϕ)



(Pre-heating: 600°C x 10', Quenching; holding 2000)

Fig. 3. Hardness and unresolved carbides after quenching.

ともに軸受鋼としてまことに好ましい品質特性である。

3.6 炭化物の球状化状態について

炭化物の球状化状態は Photo. 1 に示すように良好であつた。

3.7 焼入試験結果について

Fig. 3 に示すように各温度において炭化物の溶け込みはとくに異常は認められず、焼入温度の上昇に伴つて

硬さは増し、残留炭化物量は次第に減少する正常な変化を示した。

3.8 考 察

プラズマ再溶解により、鋼中酸素含有量は期待のごとく減少を示し、これが品質向上に役立つ一因と考えられる。しかし、Cu, As, Sn などの鋼中不純物量はほとんど変化を示さず、また、脱硫あるいは脱窒は期待どおりに進行しなかつた。脱硫に関してはS含有量が低くなつてくると超高温精錬の効果は期待できなくなるようである。窒素については操業上に問題があつたと考えられる。

以上のように化学成分に関してはそれほど目立つた向上のあとが認められなかつたにもかかわらず、プラズマ再溶解材の品質は極めて秀れた結果を示した。とくに非金属介在物、地キズなどは著しい改善がみられた。この原因は単純に化学成分の変化のみからは考えられず、プラズマ溶解の特徴である超高温あるいは不活性ガス雰囲気などが、何らかの効果をあらわしたものと考えられるがその間のメカニズムについては今のところ、はつきりしない。

4. 結 言

試作したプラズマ製鋼炉を用いて SUJ 2 の再溶解を行ない、得られた材料について各種の品質調査を実施し、極めて秀れた品質、とくに介在物、地キズなどの品質特性において問題のない材料が得られることを確認した。

品質向上のメカニズムは、だま明らかでないが、試作炉の改良、発展と相まってひろく、他の鋼種あるいは金属、合金に対しての応用が期待される。

669,187.231 ; 621.365.2
: 666,763.42

(73) 大型電気炉のドロマイト炉床について

住友金属工業、製鋼所

松岡 秀矩・○守屋 惇郎

On Dolomite Bottom in Large Electric Arc Furnace.

Hidenori MATSUOKA and Atsuo MORIYA.

1. 緒 言

大型電気炉の炉床材としては一般にマグネシアスタンプ材が使用されており、当所の 80 t 電気炉もその例にもれず稼動開始以来、マグネシアスタンプを施行してきた。しかし、スタンプ完了後の乾燥に長時間を要し、これが修理時間の大きい部分をしめることから、従来より小型電気炉で好成績を得ているドロマイトスタンプを用いて修理時間の短縮をはかつた。

1964年8月よりドロマイトスタンプを3回施工し、その結果、使用可能との見通しを得たので、以後この方法を採用し現在に到っている。

ここに大型電気炉におけるドロマイト炉床の状況ならびにマグネシア炉床との優劣の比較について報告する。

2. ドロマイト炉床の築造方法

2.1 使用ドロマイトの性状

スタンプ材として使用したドロマイトの性状をTable 1に示す。

2.2 スタンプ方法

粒と粉を6:4の比で混合し、エヤーランマー7本を使い一回のスタンプ厚みを約30mmの基準でスタンプした。スタンプ程度は小型電気炉の実績(エヤーランマー4本を使用し39min/t)を参考とし、40~50min/tで行なつた。スタンプした炉床の状況をFig.1に示す。

このときのスタンプに要した時間は30hrで、マグネシアスタンプの80hrに比べて大巾に短縮された。

2.3 焼付方法

マグネシア炉床の場合にはスタンプ時に水を使用するため、水分除去の目的で木炭およびコークスにより炉床を焼付する必要があるが、60hrの焼付乾燥を行なつていた。しかしながらドロマイト炉床の場合にはスタンプ時に水を使用しないので、とくに焼付乾燥を行なわず、第一回溶解時に酸化期の時間を約1.5hr延長した。

3. ドロマイト炉床の使用結果

3.1 第一次ドロマイト炉床

操業時の炉床状況はマグネシア炉床の場合と比較して

Table 1. Properties of dolomite.

MgO	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P	Ig. loss
33	62	0.5	0.3	4.5	0.03	0.2

Size of dolomite : 5~15 mm φ and about 30 mesh

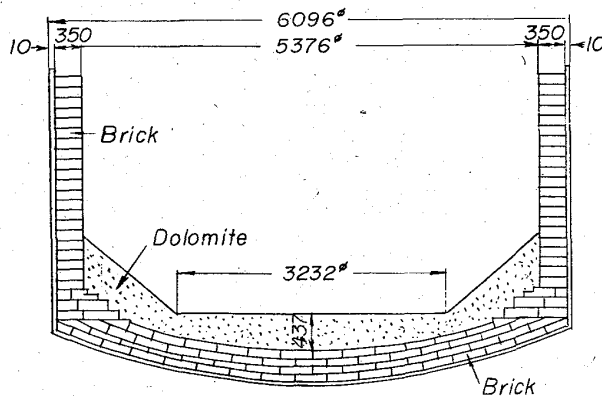


Fig. 1. 80t electric arc furnace stamped with dolomite.

Table 2. Physical properties of rammed dolomite after service in the electric-arc furnace bottom.

Sample No.	1	2	3	4
Distance from hot face (mm)	50	250	450	Original
Crushing strength (kg/cm ²)	245	647	745	460
Refractoriness (S. K.)	37	>37	≥37	—