

Table 4. Distribution of sand.

Classification	Location	Sand (ppm)				
		Total	SiO ₂	FeO	Al ₂ O ₃	MnO
	Electrode	50	37	<1	10	<1
No. 1	Top	7	2	<1	4	<1
	Upper middle	7	2	<1	4	<1
	Lower middle	6	2	<1	3	<1
	Bottom	7	3	<1	3	<1
	Electrode	16	9	<1	6	<1
No. 2	Top	9	5	<1	3	<1
	Upper middle	8	4	<1	3	<1
	Lower middle	8	4	<1	3	<1
	Bottom	7	3	<1	3	<1
	Electrode	47	40	<1	4	<1
No. 3	Top	13	6	<1	6	<1
	Upper middle	10	4	<1	5	<1
	Lower middle	14	7	<1	5	<1
	Bottom	14	7	<1	5	<1

鋼塊に比較して、極めて良好である。

2) 本方式により、化学成分のうち、Mn が最も減少し、C, Cr, Ni も多少減少する。したがって Mn 量のコントロールには特に留意する必要がある。

3) C, S, P は鋼塊の頭部中心部に偏在し、他の成分の偏析は認められない。

4) O₂ 量の減少は一般にいちじるしい。特にサンド中の SiO₂ の減少が顕著である。N₂ 量はほとんど変化がない。

5) 顕微鏡的非金属介在物中、A₁ 系はほとんど変化なく、A₂ 系、C 系の酸化物系の介在物が減少している。

以上のごとく、消耗電極式真空アーク溶解せる鋼塊の性状はいちじるしく改良されるが、なお 2, 3 の溶解と各種材力試験を実施中なので、これについては後日報告する。

(88) 大型火力発電所主蒸気管用鋼 (2¹/₄Cr-1Mo) への真空鑄造の応用

住友金属工業鋼管製造所

谷口千之・田上豊助・小谷良男

An Application of Vacuum Casting Process to the Steel (2¹/₄Cr-1Mo) for Main Steam Pipes of a Heat Power Station.

Chiyuki TANIGUCHI, Toyosuke TANOUÉ and Yoshio KOTANI.

I. 緒 言

当所における真空鑄造の目的は、大型火力発電所に使う主蒸気管鋼 (2¹/₄Cr-1Mo) の品質向上で、当所ではエルハルトプレス方式で製造しているが、この方式は、鋼塊部位別の鍛造比に大きな差があり、特に空隙などの欠陥の圧着にはきわめて不利でありかつまた、大型鋼塊特有の下部沈デン晶の問題などより脱酸剤としての Al の制約を受けるなどから、主として脱酸の促進を計ることにより品質の向上を得るべく真空鑄造を適用した。

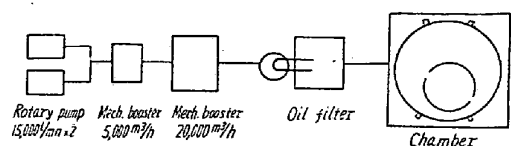


Fig. 1. Pumping system.

Table 1. Performance of the pump.

	S. M. B.-20,000 Mechan. booster	S. M. B.-5,000 Mechan. booster	S. R.-15,000 Rotary pump
Number Motor Pumping speed (max) Highest vacuum degree Rotating speed of a roots rotor	1 50HP (440V) 20,000m ³ /h 5×10 ⁻⁴ mmHg 900r.p.m	1 15HP (440V) 5,000m ³ /h 5×10 ⁻⁴ mmHg 1,800r.p.m	2 30HP (440V) 15,000 l /mn 1×10 ⁻³ mmHg 410r.p.m

ポンプの配列は Fig. 1 に、またポンプの性能は、
Table 1 にそれぞれ示した。

III. 製造工程の概要

1. 化学成分および鋼塊の形状

(1) 化学 成 分

C	Si	Mn	P. S.	Cr	Mo
≤0.15	0.10 ~0.50	0.30 ~0.60	≤0.030	2.00 ~2.50	0.90 ~1.10

(2) 鋼塊の形状 (代表例)

2. 製管方式とメタルフロー

(1) 製管方式およびプレス設備

3,000 t 縦水圧プレス }
1,500 t 横水圧プレス } によるエルハルト方式

(2) 製造工程の 1 例 鋼塊→押湯切断→穿孔および
1 回横押抜き→8 回横押抜き後端切→洗滌→10 回押
抜き→仕上引き→軟化→洗滌→曲取→管切→手入→外径
削。

(3) メタルフロー エルハルトプレス方式で穿孔
する時のメタルフローは複雑であるので、これを調査す
るため多くの実験を行つた。鋼塊底部の欠陥は底の方へ
集る傾向にあるが、鋼塊上部の欠陥は管の内面に全面的
に拡がる。また穿孔後の各部の鍛造比は内外面にいちじ
るしい差を生ずることが判明した。

3. 製 品 検 査

(1) 寸 法 検 査

(2) 水 圧 試 験

(3) 超音波探傷試験

(4) マクロ・エッチ試験 (管の両端)

(5) 扁平試験 (管の両端)

(6) チック化学分析

IV. 品質上の問題点

(1) 気 泡 疵

一般に鋼塊の頭部側に相当する製品の位置に現れる
が、はなはだしい場合には全長にわたつて現れることも
ある。調査結果によれば、気泡疵を発生した製品は O₂
含有量が高く、脱酸不足の鋼塊から製造したもので、Al
添加量を増量することによつてその発生を防止すること
が出来る。

(2) インクルージョン疵

鋼塊下部の沈デン晶帯に相当する鋼管の横断面をマク
ロ・エッチして調べると斑点状の疵が多数見られる。Al
添加量を種々変えた鋼塊について試験した結果、沈デン
晶帯の Al₂O₃ の集積は Al 添加量を少なくすれば無く
なることがわかつた。しかし Al 添加量の減少は気泡疵
の発生を招き、150 g/t 以下に減少することは気泡防止
の面から不可能であつた。

V. 結果の概要

従来大気鑄造材では 150~200 g/t の Al を添加して
いた。

真空鑄造の適用にさいしては、製品材の詳細な確性試
験を行なつて品質を確認しつつ、順次 Al 添加量の減少
を行ない最終的にはこれを皆無とした。また、同時に鑄
込み速度など造塊条件の改善を計つてきた。

1. マクロ成績

真空鑄造第 3 次試験でマクロ成績は上部、底部ともに
100% Grade A が確保された。

2. 扁平成績

マクロ成績とほぼ同様の傾向が認められ、第 3 次試験
で疵の発生はほとんどなくなつた。

Table 2. Dimensions of ingots.

	Shape	Size of Section (mm)		Length (mm)	Taper	H/D	Volume of feeder head (%)	Ingost weight (kg)
		Top	Bottom					
F8A	Squares	718□	622□	1,480	64.8/1000	2.21	16.3	6,000.
F9B	〃	822	700	1,750	69.8/1000	2.30	17.0	9,000

Table 3. Comparison of pipes, vacuum and air cast. Macro-etch test.

Cast	Portion Grade	Top (%)				Bottom (%)			
		A	B	C	D	A	B	C	D
Air-cast	—	16.7	33.3	25.0	25.0	—	29.2	33.3	37.5
	Test No. 1	75.0	25.0	—	—	—	25.0	50.0	25.0
	No. 2	—	75.0	25.0	—	—	50.0	25.0	25.0
Vacuum-cast	No. 3	100.0	—	—	—	100.0	—	—	—

3. 超音波探傷成績

超音波試験で発見される欠陥は従来から比較的軽微でしかも管端に限定されているので不良となるものはほとんどなかったが、欠陥発生度合の多いのが問題とされていた。これが第3次試験で大幅に解消された。

Table 4. Comparison of pipes, vacuum and air cast. Ultrasonic test.

Cast	Ultrasonic test (%)	Ultrasonic test (%)	
		No defect	Defect
Air-cast	—	68.8	31.2
	Test No. 1	71.5	28.5
	No. 2	75.0	25.0
Vacuum-cast	No. 3	93.5	6.5

4. ガスおよびインクルージョンの変化

(1) 酸素量

Fig. 2 に比較を行なったが、大気铸造したものは、押湯内 O₂% が 65±15×10⁻⁴ に対し、真空铸造せるものはすべて55×10⁻⁴

以下で脱酸が十分行なわれ、その効果いちじるしいものがある。

なお真空铸造において、Al 皆無としたものは Al 50~100g/t に比し若干高い傾向を示しているが、O₂

%の絶対値は低いので特に問題はない。

(2) 水素量

铸込中真空度 0.7~2.5mmHg における铸込みでの H₂% は大部分 15×10⁻⁵ 以下で、60% 以上の脱水素が示されている。

(3) Al₂O₃ 量

Fig. 3 に比較を行なったが、Al を使用したものは、

使用 Al 量に比し Al₂O₃ 量が押湯内で高くなっているが、Al を使用せず真空铸造せるものは、Al₂O₃% は 10×10⁻⁴ 以下で極端に低値を示しマクロ成績向上に大きく寄与している。

(4) SiO₂ 量

铸造別および Al 使用の有無にかかわらず SiO₂% は 8×10⁻⁴ 内外で余り差が見られない。

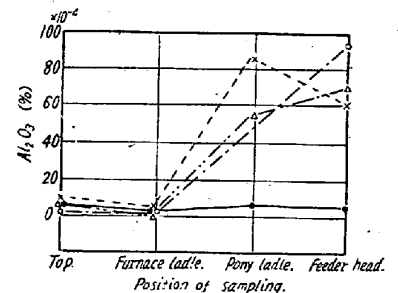


Fig. 3. Comparison of alumina content in the steels cast in vacuum and air.

VI. 結 言

火力発電主蒸気管用鋼 (2¹/₄Cr-1Mo) の品質向上を計るため、真空铸造設備を設置した。大径厚肉管の気泡疵、インクルージョン疵の発生防止に関して種々造塊条件の検討を行ない、最適铸込み条件を見出した。筆者らの試験結果によれば、

- (1) 出鋼温度 1650±10°C
- (2) 脱酸用 Al 使用せず
- (3) 铸込み速度 2.2 t/mn
- (4) 真空シール板 0.4mm 鉄板

であり、本条件で铸込みを行なうことによつて、従来問題視されていたマクロ試験、扁平試験、超音波試験などの成績はいづれも改善せられ、大径厚肉管の品質向上と安定化にいちじるしい成果を示した。

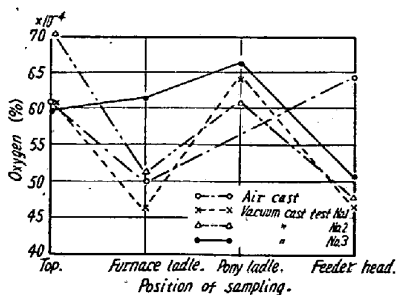


Fig. 2. Comparison of oxygen content in the steels cast in vacuum and air.