

(86) 大型真空铸造鋼塊の内部性状

日本製鋼所室蘭製作所研究所

○小野寺真作・理博 中川義隆・平岡 昇
Internal Structure of the Vacuum-Cast Ingot of Large Size.Shinsaku ONODERA, Dr. Yoshitaka NAKAGAWA
and Noboru HIRAOKA.

I. 緒 言

当社では真空铸造鋼塊の製造を開始して以来すでに約2年を経過し、この間最大 160 t のものを含む 12000 t 以上の鋼塊を真空铸造したが、真空铸造法適用以前に比べると製品には格段の改善が認められている。軸心部までの健全さを厳格に要求される大型回転軸材の場合にはとくに有効なようである。

真空造塊法は、造塊法あるいは鍛造品製造法における過去幾十年間の改善の歴史に照して見ててもまことに画期的な進歩であるが、しかしその進歩の由来については必ずしも充分な考察がなされていないように思われる。その一つとして真空铸造鋼塊の内部性状を指摘することができる。

さきに筆者らは、最近の普通鍛込鋼塊 (75 t および 25 t, 3%Ni-Mo-V 鋼) を切断調査しとくに凝固過程との関連を明らかにしたが¹⁾、本報告では、真空铸造した 3 本の大型鋼塊の調査結果を述べ、前述の大気中铸造鋼塊と比較して、真空铸造が鋼塊の内部性状の改善におよぼす影響を論ずる。

II. 供試の鋼塊

供試の鋼塊は 9 t, 25 t (以上塩基性電弧炉溶解、炭素鋼) および 75 t (塩基性平炉溶解、Ni-Mo-V 鋼) の 3 本で、いづれも真空タンク内に置かれた鋳型中に真空鍛込し、窒素で大気圧に復帰の後、強力な押湯電弧加熱のもとに凝固を完了したものである。これらの鋼塊の化学成分と鍛込時の真空度を Table 1 に示した。

9 t および 25 t 鋼塊は冷却後ただちに、また 75 t 鋼塊は焼鈍後にそれぞれ切削して、各種の調査と試験を行なつた。

Table 1. Ladle analysis and pouring pressures for 9t, 25t and 75t ingots.

Ingots (t)	Chemical compositions (%)										Vacuum in casting (mmHg)
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Mo	V	
9	0.34	0.34	0.58	0.015	0.010	0.09	0.10	0.13	0.02	—	4~8
25	0.34	0.27	0.52	0.012	0.011	0.08	0.11	0.14	0.02	—	5~8
75	0.32	0.30	0.54	0.013	0.018	3.00	0.14	0.07	0.41	0.06	4~5

III. 試料の採取法、分析ならびに試験方法

鋼塊切断面はサルファー・プリント、塩化銅アンモンおよび硝酸腐食法によつてマクロ試験を行なつた後、軸心を通る縦断面に垂直にコアドリルによつて 25 mm φ × 150 mm l の試料を水冷しつつ削り出し、この試料からガス分析、各種化学分析および非金属介在物分析、検鏡などの試片を採取した。

これらの試片を用い、各種化学成分（窒素を含む）は学振鉄鋼迅速分析法、酸素は真空溶融法、水素は真空加熱抽出法、サンドは温硝酸法、非金属介在物の判定は学振の第 3 法、によつてそれぞれ分析あるいは試験した。

IV. 試験結果

二つの鋼塊の内部性状を厳密に比較することは、多くの要因を含む造塊条件の微妙な影響のために、きわめて困難なこととされている。この経験的知識を考慮に入れながらも、なお真空铸造鋼塊の特徴として明らかであると思われる点を試験結果の中から列挙すれば、つぎのごとくである。

1. 鋼塊縦断面の性状

(1) 9 t, 25 t および 75 t 鋼塊の縦断面サルファー・プリントを Fig. 1 ～ 3 に示す。これらの写真に明らかなように、V 偏析は減少しつつその濃度が薄くなつておらず、また逆 V 偏析線はその分布が拡がつている。このことは強力な押湯電弧加熱の適用を無視しては論ぜられないが、いづれにしても、鋼塊軸心部の偏析の激減は、真空铸造鋼塊によつて作つた回転軸類の中心孔疵見検査結果の優秀性を裏書きしている。

(2) 縦断面を研磨のまま、あるいはマクロ腐食後

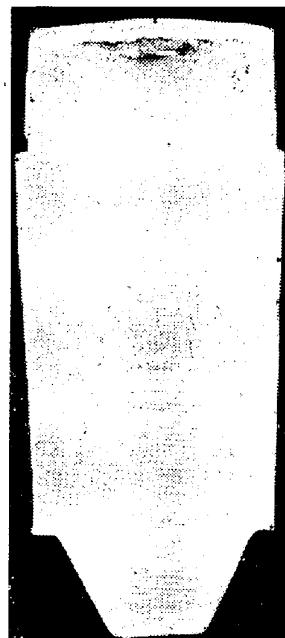


Fig. 1. Sulphur print of the 9t ingot.

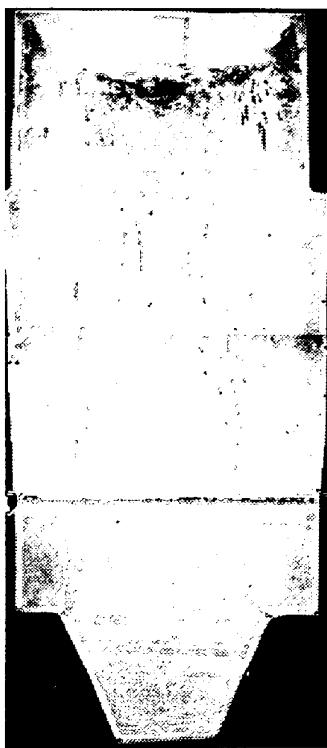


Fig. 2. Sulphur print of the 25 t ingot.



Fig. 3. Sulphur print of the 75 t ingot.

に調査した結果では、偏析線とともに存在する、cavity, loose structure, ザクなどが激減している。9 t および 25 t 鋼塊では縦断面全体について直径 1 mm 以下のものが数個程度であり、また 75 t 鋼塊でもさきに報告した鋼塊に比べて格段の減少である。この点もまた、真空鋳造鋼塊で作った製品の超音波探傷試験成績の優秀性の原因の一つと思われる。

2. 各種化学成分の偏析

全体の傾向は大気中鋳込の在来鋼塊と大差はないが、偏析の程度は減少しており、とくに逆偏析部がほとんど認められない(75 t 鋼塊)のが注目される。

3. 各種ガス成分

水素は普通鋼塊の場合の 1/3 程度で減少し、軸心部の最大濃度部でも 1.5 ppm 前後である(Fig. 4)。酸素も充分の減少を示しているが、この場合はさらに最外周部から軸心部へと漸減する。窒素の偏析はほとんど認められない。

4. サンドおよび非金属介在物

SiO_2 および Al_2O_3 の分布を Fig. 5 に示す。この 75 t 鋼塊のサンドは Al_2O_3 を主成分としているが、両者とも絶対量は少く、真空処理による造塊時の溶鋼の酸化防止、および低圧時の炭素による脱酸が有効であることを示しているものと思われる。

顕微鏡試験では A 系介在物は普通造塊鋼塊と大差な

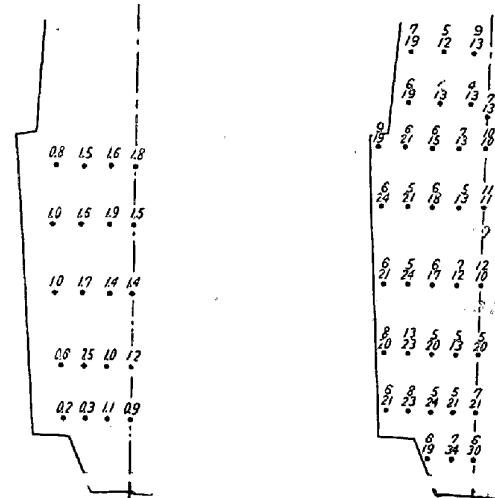


Fig. 4. Distribution of hydrogen in the 75 t ingot
Fig. 5. Distribution of SiO_2 (above) and Al_2O_3 (below) in the 75 t ingot: figures in ppm.

く、他方 C 系介在物が普通鋳込のものよりもはなはだ少く、酸素あるいはサンドの分析結果と軌を一にしている。

V. 結 言

真空鋳込した 9 t, 25 t および 75 t 鋼塊を切断調査して、真空鋳造が大型鋼塊の内部性状におよぼす影響を明らかにした。これらの鋼塊では、期待通りに、酸化物系非金属介在物、水素、酸素の激減が示されたほか、マクロ偏析の低減(とくに V 偏析と逆 V 偏析の低減)と偏析線とともに cavity のいちじるしい改善が確認された。この偏析部の改善は超音波探傷成績あるいは中心孔検査成績の向上の主因の一つと推認される。

文 献

- 1) 川口, 小野寺, 中川, 本間: 鉄と鋼, 46 (1960), No. 3, p. 296.

(87) 消耗電極式真空アーク溶解の研究(鋼塊の性状)

日本製鋼所室蘭製作所研究所

理博 前川静弥・理博○中川義隆・鈴木是明

Study of Vacuum Arc Melting with a Consumable Electrode (On the Nature of Ingots.)

Dr. Shizuya MAEKAWA, Dr. Yoshitaka NAKAGAWA
and Koreaki SUZUKI.

I. 緒 言

消耗電極式真空アーク溶解法を鋼の精錬に応用するこ