

Table 3. Mechanical properties of cast iron plates made by direct rolling

Thickness (mm)	Tensile strength (kg/mm ²)	Elongation (%)	Treatment
0.77	33.1	—	After annealing, hot roll, slow cool
0.67	47.3	5.2	" " "
0.66	79.5	—	" " air cool
0.92	42.7	1.6	" coldroll

圧延の状態の写真を Photo. 2 に示す。また板の良味は A, B, C, D の四段階に示し, A はきわめて良好, B はやや良好, C は板状となるが長く連続せず途中で切断したもの, D は不良でみじかく切断したものを示す。



Photo. 2. Direct rolling of cast iron.

この結果を見ると鑄込温度をひくくして、回転速度をおそくすることは板となるには安定した方法であることがわかる。

B 焼鈍および機械的性質

直圧材は急冷により通常白銹化しているため、可鍛鑄鉄と同様第一段および、場合によつては第二段の焼鈍を必要とする。本実験には実験 D B-3 の試料を使用し、これを普通の可鍛鑄鉄工場にて焼鈍、その後さらに 800°C に加熱、約 30% 圧下率で熱延したものと、常温で約 20% 圧下した冷圧材をつくり、それぞれの機械的性質を調べた。冷延の場合は圧延限度約 33% で、圧延後は再焼鈍をした。実験結果は Table 3 に示す。

以上の実験では少数例のため明白なことはわからないが、熱処理如何によつては、相当伸びの出るもの、また高い引張り強さのものまで得ることができる。とくに引張り強さに関しては約 80 kg/mm² 程度あることは注目すべきことである。

V. 結 言

以上の実験はいまだ試作段階にしてすべてをあきらかにすることはできないが、おおむね鑄鉄の直接圧延条件の大要を把握することができた。また性質の一部をもあきらかにできた。

(53) 真空鑄造の基本的問題

(鋼の真空鑄造について—Ⅲ)

Fundamental Problems in Vacuum Casting.

(On the vacuum casting of steel—Ⅲ)

Toshihiko Asakuma, et alius.

関東特殊製鋼

工 鈴木登能弥・工〇朝熊 利彦

I. 結 言

昭和 30 年 6 月より独自に研究をはじめ昭和 31 年 12 月に基礎実験をおわつた。32 年 9 月に工業化に成功した。以来真空鑄造による操作を続け、一方設備の増設改造をおこなつて予期以上の実績をあげている。日はあさいがある程度の確信がえられた。真空室中に熔鋼を落下して脱ガスをおこなう基本概念は公知と見做されるがその処理法が適正でなければ健全なる優良な鋼塊を得ることはできない。これには操作法および装置に関して種々の考慮をあらわねばならない。これらの基本的問題のいくつかにふれて見たい。

II. 二、三の基本的問題

(1) 特 許

真空鑄造を工業的に適正におこなうには種々の考慮が必要である。先駆者 Bochumer Verein, Dortmund-Hörder の流れを汲む発明、海老原博士の考案そのほか特許として提出されている。真空鑄造法は歴史がきわめてあさく発展的段階にあるので、今後数多くの新しい発明考案が特許として出願中または出願されあるいは重要な機密が保たれるであろう。日常熔解、造塊作業におこなわれ常識とおもわれる技術も真空鑄造法に採入れて、

あるいは公表されない数値をもつて特許とする可能性が云々されるので真空鑄造の発展と真空鑄造鋼の経済の一つの岐路となるかも知れない。

(2) 真空度

大略 0.06~100 mmHg の範囲の実績がある。真空度の相違するおもな原因はつぎのごとくであろう。鑄造法、処理鋼量、ポンプの種類および容量、脱ガスの程度などで効果と設備や経費の点からいかなる真空度を採用するかは考慮すべき問題であろう。試験設備によつてもとめた 7~36 mmHg における平均水素低減率は 50% であり、操業時 2~8 mmHg における脱水素率は 50~60% で脱ガス処理前の水素量如何にかかわらず 2 ppm 以下となつた。しかも熔鉄の平衡溶解度にほぼ一致する。したがつて脱水素反応は Sieverts の法則にしたがうものと考えられる。真空鑄造の真空度は一般に 0.1~40 mmHg 程度であり $\log [H]/\sqrt{P_{H_2}} = 1745/T + 0.888$ によつてもとめた溶解度から効果的な圧力は 10 mmHg 以下と割り出すことができる。

(3) 排気系

排気能力のきわめて大きくかつ堅牢なものが要求される。鑄造の際放出されるガスの量は熔鋼とほぼ同容積といわれるが一方この数値の 1.5~2 倍と見る方が妥当であるとの意見もある。試験過程において前者を認め設備操業上にある程度のリーク、鑄込条件の変動を考慮すれば後者が安全で当社の設備では後者の見解に近づいている。

鑄造の際微細な鋼粒、ダストが発生するからポンプを保護するためダスト・キャッチャーが必要である。これには油面への吹付、サイクロン方式、金網、オイル・シャワーなどが考えられるが未だ詳細に検討されていない。ダストが微細 (1 μ 以下のものも相当ある) で高真空度においては発火性のものも生ずるので真空鑄造における集塵には種々の困難をとまなう。一例として特許公告昭 33—8503 がある。押湯煉瓦そのほかの耐火材には相当の水分がふくまれ、わずかの水分でも排気時間にいちじるしく影響をおよぼすから耐火材の乾燥は慎重におこなわねばならない。

(4) 中間取鍋の条件と操作法

中間取鍋は普通の取鍋とおなじであるが気密を保持し

得る構造でなければならない。鑄造開始後取鍋の耐火物をとおして空気が侵入するから金属製遮筒による防止方法が講ぜられる。(特許公告, 昭 32—8256, u. s. Patent 2,784,961) ノズル, ストッパーの材質は普通のものもちいられるがノズルの形状に異型のもちいられる場合もある。熔鋼を流滴とするために蓮根状のノズルを使用したりあるいは熔鋼に回転磁場を作用させ施回運動を付与すれば小さい滴状となつて迅速に脱ガスがおこなわれるといわれる。(特許公告, 昭 33—5208) しかしとくに細工を施さずとも熔鋼は真空室に入ると静圧と瞬間的の圧力降下によつて微細な小滴に飛散し相当の広がりをもつて落下する。流滴の大きさは鋼束中心部では 10 mm φ 内外の大きさであるがその周辺は砂状程度となつている。一例としてその大きさを Table 1 に示す。

広がりや熔鋼のガス量, ノズルの形状, 室内の真空度などによつて左右され円錐体を形成する。その角度は真空度 4 mmHg 前後で 60° 程度の範囲に最も多量に落下し全範囲は約 90° である。したがつて鑄型内に正確に導入するためおよび鋼粒が吸気側へ吸引されぬよう鑄型の中心に落下せしめる工夫が必要であろう。静圧は鑄込速度したがつて真空度に関係し熔鋼の滴状化にはさほど必要なものとはおもはれない。Fig. 1 は鑄造中の圧力の

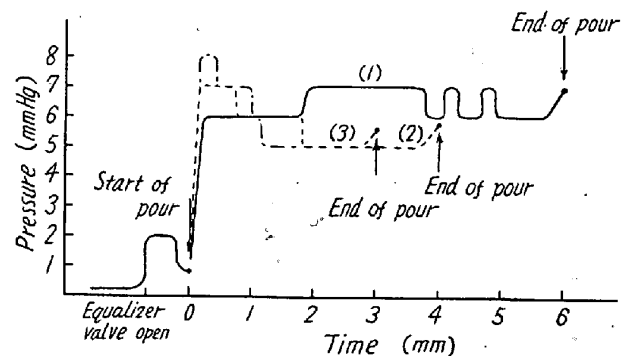


Fig. 1. Typical pressure curve during pour of an ingot: (1) 15 t, (2) 12 t, (3) 5.5 t ingots.

変化で静圧の変動によつて真空度にそれぞれ多少の変化を生じていることを示す。鑄込作業を継続しておこなうためには静圧は空気中における鑄造にも必要であるがそのとり方が多少ことなる。真空造塊の概念図 Fig. 2 に示すごとく鑄込開始にあつて熔鋼によるシールすなわ

Table 1 Distribution of small droplets.

Size of small droplets (mesh)	16	20	30	40	80	100	120~220
Weight (%)	47	2.5	11.3	17.4	17.0	2.0	2.8

Table 2. Mechanical properties on forgings from conventionally and vacuum cast ingots (Cr steel).
Quenched and tempered

Properties	Air				Vacuum			
	Min	Max	Avg	Deviation	Min	Max	Avg	Deviation
Yield strength (kg/mm ²)	88.7	104.9	96.9	8.2%	91.0	98.1	94.7	3.5%
Tensile strength (kg/mm ²)	96.5	116.9	108.2	8.0	103.3	111.4	108.4	2.8
Elongation (%)	9.8	19.6	13.7	43	14.0	17.2	15.6	10.2
Red. of area (%)	20.3	46.9	32.1	46	31.3	43.7	37.4	16.8
Impact value (kg-m/cm ²)	2.7	6.7	4.4	52	3.3	6.7	4.5	48.9

Properties	Air				Vacuum			
	Min	Max	Avg	Deviation	Min	Max	Avg	Deviation
Yield strength (kg/mm ²)	28.3	40.3	29.4	37 %	30.8	34.4	33.6	4.2%
Tensile strength (kg/mm ²)	61.1	86.4	66.0	31	62.1	64.6	63.0	2.5
Elongation (%)	12.0	32.0	22.6	41.6	29.4	33.4	31.7	5.3
Red of area (%)	14.4	58.7	38.1	54	51.0	63.1	58.3	8.2
Impact value (kg-m/cm ²)	0.6	7.5	3.1	109	2.8	9.0	7.1	27

ち鍋中にある程度のヘッドを生じた後に真空タンクの蓋と取鍋との空間を排気しストッパーを上げると熔鋼は Al 板を溶かして真空容器内の鑄型を充すことと、熔鋼は真空の作用を受けて空気中における落下速度の 1.5 倍以上となり、湯切れまたは空気のまきこみをふせぐため熔鋼の高さ（静圧）は空気中におけるものよりも大きくする必要があり。（たとへば 300 mm）

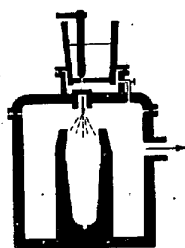


Fig. 2. Schematic diagram of vacuum ingot casting.

つぎに中間取鍋に取付けられたノズルについて内側からの乾燥と外側からの乾燥が大切である。乾燥が不十分な時には盲板に水滴を生じ種々の不祥事をおこす。ノズルの乾燥度、中間取鍋の据付時期、ノズル先端と盲板との距離が問題となる。真空室内を落下し鑄型に入った熔鋼ははげしい沸騰のため湯面が上昇し正確な鋼量を見きわめることが困難である。鑄込終了時近くなると鑄型外に溢すおそれがあり、あるいは逆に鋼量が不足する場合もあるので注入鋼量の調節が重要である。

(5) 適用範囲

C, Cr, Cr-Mo, Ni-Cr, Ni-Cr-Mo, W 鋼の 3~15 t 鋼塊について真空鑄造を適用しきわめてすぐれた効果あげた。今までに認めたものはつぎのごとくである。ガスの低減 (H 50~60%, O 30% 減少), 均一なる機械的性質, 優秀なる超音波試験 (ほぼ絶対である), 非金属

介在物低減, 歩留向上 (二次パイプが減少し, すくなくも押湯 5% 以上を節約し得る), 作業工程短縮 (焼鈍を 1/3~1/2 短縮), 不良減少 (水素による不良 24% はほとんど皆無となつた) などである。

脱ガス効果とくに脱水素について追加的資料はほぼ理論式にしたがうことの裏付けをしている。

加工方向に直角の機械的性質はよくなるが普通鋼より飛躍的の向上はのぞまれない。機械的性質に影響をおよぼすのは本質的には, むしろ鍛造および熱処理過程である。ただ熔解ごとのばらつきが少くまた鋼塊各部におけるばらつきも少い (Table 2)。デンドライトの発達も少く成分偏析に関しては明確な結論はえられない。

健全なる鋼塊をえる点で大型鋼塊においてはさらに威力を発揮するであろうが小型鋼塊にも真空鑄造適用の意義をなしとせず本質的に鋼塊の大小に関係しないであろう。当社の現在の設備によつてえられるのは最大 20 t 鋼塊であるが理論的に大きさの制限はない。

真空鑄造法は熔解法にもある程度の改変を与えるであろう。無酸化熔解—真空鑄造, 真空鑄造による脱酸法の変更, 取鍋脱ガス法, 鑄鉄への適用などにつき試験を現在実施中である。