

(3) ソビエト連邦

I. M. Norik によれば²⁴⁾ 1940年, A. M. Samarin などによりインゴット・ケース中での熔湯の脱ガス処理をおこなわれたが, 戦争のため一時実験は中断され1946~1947年になつて容量50kgのトリベ脱ガス用実験設備が設けられた。しかし工業化にうつされるまでにはかなりの時を費し, 1952~1953年にはじめてエナキエフスキー工場に同装置が建設された。図9はドニエプロスペスターリ工場の真空脱ガス装置であるが, Bochumer Verein 社のいわゆるトリベ脱ガス法に属する。1958年モスクワで開かれた第2回真空冶金シンポジウムに出席した Aksoy の報告によれば²⁵⁾, 真空脱ガス法はソ連邦では広くおこなわれており同シンポジウムに提出された報告中 10 はトリベ脱ガス法, 4 は流滴脱ガス法に関するものであつた。一回の処理量は最低 15 t から最高 120 t におよぶが, トリベ脱ガス法は 50 t までそれ以上は流滴脱ガス法によつている。

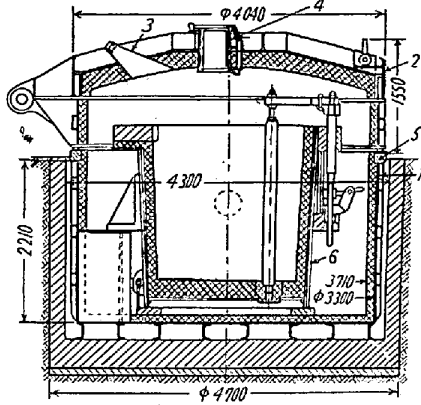


図9. ドニエプロスペスターリ工場のトリベ脱ガス装置

その他ソ連における真空技術の興味ある応用を二, 三とりあげてみると, 真空熔解による低Cオーステナイト

鋼の原料たる低Cフェロクロームの製造, 熔湯の連続脱硫法などがある。

周知のように 18-8 ステンレス鋼の粒界腐食を完全に防止するためにはC量<0.02% なることが必要である。このような低Cオーステナイト鋼をつくるためには原料フェロクロームのC量>0.03% にせねばならぬ。

A. S. Yakunin は高Cのフェロクローム粉末と酸化剤すなわち鉄およびクロム鉱石, 珪土, 酸化クロームなどを圧縮成型し, 1300°C, 10 mmHg で反応せしめ, 海綿状の低Cフェロクローム(C<0.03)をつくつて

いる²⁶⁾。 Nova Tula 製鋼所では図10に示すような実験炉(処理量15t/h)で熔融鉄の脱硫を試みているという²⁷⁾。詳細は不明であるが, 1260~1570°C, 10⁻² mmHg で処理するらしい²⁸⁾。

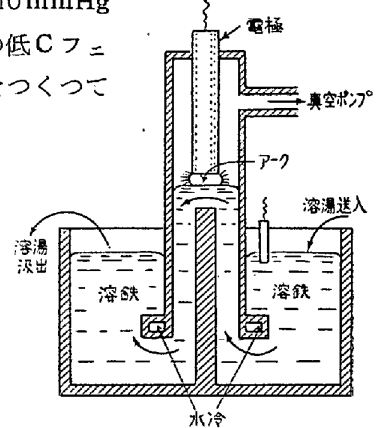


図10. 連続真空脱硫装置の概念図

III. わが国の鉄鋼真空冶金工業の現況

長谷川正義

冒頭にも述べたように 1956年頃よりわが国でも鉄鋼における真空技術の開発が真剣にとりあげられ, 1958年

表 5. わが国の鉄鋼真空熔解工業設備

| 型式 | 容量 | 基数 | 電源 | 真空度 (mmHg) | | 排気系 | | 附属装置 | 炉材 | 主なる生産品目 | 完成年月 | 備考 |
|---------------|-------|----|---------------------------------|--------------------|------------------------------------|---|-------------|--|-----------------|----------------------|---------|--|
| | | | | 到達 | 操作中 | ポンプ | 排気速度 | | | | | |
| 東北金属工業 高周波誘導炉 | 500kg | 1 | 発電機 350kVA 高周波トランス 5000~800V | — | 10 ⁻² ~10 ⁻³ | RP 3,000l/mn MB 500l/s 12'' DP 3,000l/s | 2 2 2 | 棚吊落し棒 覗キ窓 | マグネシア | 珪素鋼, 純鉄, Ni等 磁心材料 | 1958・1 | NRC製 |
| 住友金属工業 高周波誘導炉 | 100kg | 1 | 発電機 100kW 高周波トランス 150~250V | 4×10 ⁻⁴ | 1~5×10 ⁻³ | RP 6,000l/mn RP 60l/s 14'' BP 400l/s | 1 1 1 | | マグネシア | 真空管, 磁気材料 | 1958・10 | 日本真空製 近く 500~1000kg の炉 の増設を計画 中 |
| 八幡製鉄 高周波誘導炉 | 100kg | 1 | | — | — | RP 6000 DB (NRCB12) | 1 1 | | | | 1958・12 | 研究用 NRC製 |
| 特殊製鋼 高周波誘導炉 | 100kg | 1 | | — | — | | | | | | 1958・ | 研究用 |
| 神戸製鋼 消耗型アーク炉 | 2t | 1 | | | | | | | 鉄目ナシ鋼製 水冷ルツボ | | | 自社製 |
| 関東製鋼 消耗型アーク炉 | 700kg | 1 | 655kVA 出力電流 8000A | 10 ⁻⁴ | 3~15×10 ⁻³ | RP 6500l/mn BP 600l/s DP 4,000l/s | 1 1 1 | 遠隔操作 工業テレビ ビ. 水温 水温, 真空 変化自動 監視 | 鉄目なし鋼製 水冷ルツボ | | 1959・5 | 日本特殊機 械製 |

表 6. わが国の鉄鋼真空鑄造設備

| | 形式 | 容量 | 基数 | 鑄込速度 | 真空度(mmHg) | | 排気系 | | 附属装置 | 主な生産品 | 完成月日 | 設計 施行者 | 備考 |
|-----------------|------------|--------------------|-------------------------|---------------|--------------------|-----|---|---------|------------------------|---|---------|-----------|-------------------------|
| | | | | | 到達 | 操作中 | ポンプ | 排気速度 基数 | | | | | |
| 大同製鋼 (築地工場) | 流消脱ガス 法 | 27~5:鋼塊 12t:トリベ | 大型 1 小型 3 | | 10 ⁻¹ | 5 | RP 900m ³ /h 2 MB 500m ³ /h 2 | | 逆流型油 洗除塵 装置 | | 1959-1 | 神港精機 | |
| 関東特殊製鋼 | 流滴脱ガス 法 | 6~20t鋼塊 | 6t. 1 10t 2 20t 1 | 2000kg /mn | 0.2~0.9 | < 5 | RP MB | 3 1 | | | | | |
| 川崎製鉄 (兵庫工場) | 流滴脱ガス 法 | 25t 鋼塊 | 1 | | 5×10 ⁻⁴ | 5 | RP 900m ³ /h 2 MB 500m ³ /h 1 MB 20000m ³ /h 1 | | 逆流型油洗 除塵装置 | 炭素鋼 低合金鋼 | 1958-12 | 神港精機 | |
| 日立製作所 (水戸工場) | 不明 | 100t 鋼塊 | 1 | | — | — | 水封ポンプ MB(3段式) 20000m ³ /h 1 | | サイクロン 収塵装置 工業テレビ | 発電機のタ ービン, ロ ーター, シ フト等 重電機の構 造用材料 | 1958-10 | | |
| 日本製鋼 | | | | | | | | | | | | | 西独 Boc- humer 社 製 |

には本分科会の発足をみるにいたつた。今日同分科会に委員として名を連ねている鉄鋼メーカーは富士、八幡をはじめとして 14 社にのぼり業界の関心の深さがうかがわれる。会員外の消息は詳らかでないが、表 5、表 6 に掲げるように関東特殊製鋼、大同製鋼、日立製作所、日本製鋼所、川崎製鉄、三菱長崎造船所、東北金属工業、神戸製鋼、関東製鋼の 9 社ではすでに稼働しており、他はいずれも建設中、または計画中の段階である。また真空技術の種類もきわめて多岐にわたり、東北金属工業の誘導熔解、神戸製鋼、関東製鋼の消耗電極法、関東特殊製鋼その他の真空鑄造法など、おのおのにその生産目的に応じて自社にもつとも適した方法を採用している。

真空冶金技術の発展には真空ポンプ、耐火材料などの進歩が伴わねばならぬことは論をまたないが、真空機器メーカーのこの分野への進出も活発となり、日本真空技術 KK その他において工業設備の国産化が完了した。

チタン工業などの要求により大型真空ポンプの製造経験をもつていたことが、国産化を速める上に大いに役立つものと考えられる。

誘導熔解、アーク熔解鑄造に関する詳細はⅣ以降にゆずり、つぎに本分科会の資料をもとにして現在提出されている問題をとりあげてみたい。

(1) 装置・炉材

1. 脱ガス鑄造の排気系として、メカニカル・ブースター、スチーム・エジェクターのいずれが有利かは多くの人によつて論じられてきたが未だ結論を下せないままになつている。

わが国では西独と技術提携をしている関係から、おおむね前者が採用されているようである。すでに 20,000

m³/h の排気速度を有する国産機も完成しており、これによつて毎分 4 t 前後の速度で注湯することも可能になつた。除塵装置にはサイクロン、油噴霧式収塵装置などが用いられているが、効果についてはまだ若干問題が残つているようである。

メカニカル・ブースターの補助ポンプには回転ポンプが多く使用されているが、日立製作所(水戸工場)などにおいて水封ポンプの使用もみられる。

最近スチーム・エジェクターの高性能のものが二、三のメーカーによつてつくられており、遠からず真空鑄造の分野にも応用されるものと思われる。

真空熔解用ポンプとしては、少容量のものは回転ポンプとオイル・エジェクター・拡散ポンプの組合せが多く用いられているが、大容量のものではオイル・エジェクターの代りにメカニカル・ブースターを用いる傾向にある。

2. 真空誘導熔解に用いる耐火物の問題には各社とも腐心している。おおむね高マグネシア系統のルツボを使用しているところが多いようであるが、国産品はまだ信頼度が輸入品にくらべ劣るとの声も多く聞かれるので、これらの問題の早急な解決が切望される。

(2) 性質

1. 真空誘導熔解によつて磁氣的性質の改善はいちじるしいが、その他の性質についてはなお不明な点が多い。その二、三の例を挙げてみよう。

高周波熔解によれば C 型介在物の減少はいちじるしいが、A 系介在物は大気中熔解の場合とあまり差異を認められない。軸受鋼について早期寿命試験をおこなうと、

* トラップ上部より油を噴霧させて除塵効果を高めたもの。神港精機特許。

清浄度と耐摩性の間には必ずしもはつきりした関係は認められず、真空誘導熔解による寿命の増加は必ずしも期待しがたい²³⁾²⁹⁾。軸受鋼の耐摩性におよぼす因子としては介在物のみでなく、Cu などの未分析元素の影響などもあわせ考えるべきである²⁸⁾。

また結晶粒度、焼入性などにおよぼす真空熔解の影響なども今後の問題として残されている。

2. Timken 16-25-6 のように合金元素として窒素を必要とするものについては、当然のことながら真空熔解は有効な手段とはなり得ない。

3. 真空鑄造は水素、酸素の除去には効果的な手段となり得るが、窒素量の減少には効果的でない。

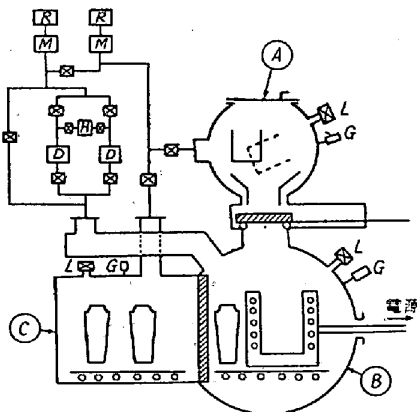
(3) 操業法

1. 真空鑄造の方式は各社ともに流滴脱ガス法を採用しており、吸引脱ガス法、循環脱ガス法については歴史が浅いのでまだ検討の段階にある。ただ細部にわたっては理研、関東特殊製鋼の特許にみられるように改良が認められる。

IV. 特殊材料(電磁気材料その他)の真空誘導熔解による諸性質の改善

池 内 駿*

真空熔解は電磁気材料その他の特殊合金の製造においても有利な手段である。筆者などは 3kg, 50kg, 500kg (図 11 に系統図を示す) などの vacuum induction furnace により研究をおこなつて来たが、その結果について以下に述べる。



R: 回転ポンプ M: メカニカル・ブスター
D: 拡散ポンプ H: 保持ポンプ
L: リークバルブ G: 真空針
A: 装入室 B: 炉室 C: 冷却室

図 11. NRC 500kg 型真空熔解炉系統図

1. 電磁気材料

(1) 純鉄

図 12 にリレー用純鉄を厚板に加工した時の磁化履歴

* 東北金属工業株式会社。

曲線を、また表 7 にその磁気特性を示したが、真空熔解により、Hc が大気熔解のもの約半分、 μ_{max} が約 2 倍となり、磁性のいちじるしい向上が見られる。

また工業用純鉄の

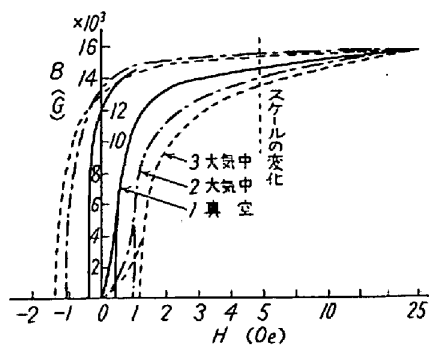


図 12. 純鉄の磁化曲線

表 7. 純鉄の磁気特性

| | B _{0.5} | B ₁ | B ₂₅ | Hc | μ_{max} | μ_0 |
|--------|------------------|----------------|-----------------|------|-------------|---------|
| 1 (真空) | 4500 | 11000 | 16000 | 0.41 | 13000 | 350 |
| 2 (大気) | 700 | 4000 | 16000 | 1.00 | 6000 | 300 |
| 3 (大気) | 300 | 1500 | 16000 | 1.30 | 2000 | 200 |

欠点である時効象現がいちじるしく減少される。図 13 は保持力 Hc が時効により変化する状況を示したのであるが、横軸に示した各温度に 20 時間保持した場合、大気中熔解のものは 80~250°C 間でいちじるしい Hc の増加を示すが、真空熔解によるものは Hc の変化がほとんどなく、時効による劣化が認められない。機械的性質は図 14 の冷間圧延後の焼鈍軟化曲線で示したが、真空熔解により軟くなり、再結晶温度が低くなつていりのが認められた。不

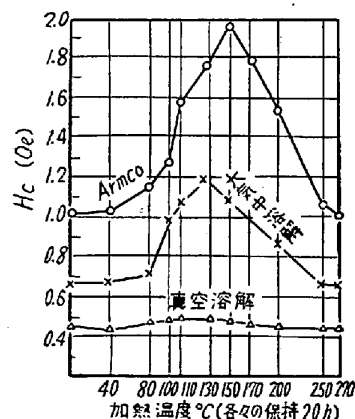


図 13. 純鉄の磁気時効

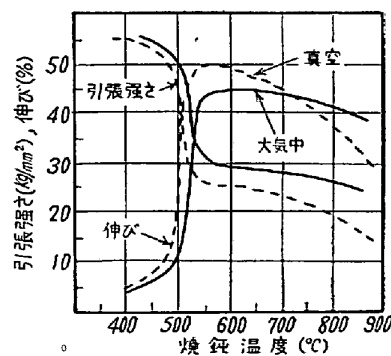


図 14. 純鉄の焼鈍軟化曲線

純物含有量の比較は表 8 に示すごとくで、真空熔解せるものは不純物がいちじるしく少ない。

(2) 珪素鋼

表 9 および図 15 に板厚 0.1mm の方向性珪素鋼板の磁気特性が、真空熔解により改善された状況を示した。大気熔解のものが真空熔解により真空熔解 (イ) のごとく改善され、さらに特殊な方法によると真空熔解