

平炉法の発明の経過

中 沢 護 人

平炉法の発明の 100 年にあたり、この方法の本質的契機である蓄熱方式と、高温製鋼反応の両側面について、同法が多くの科学的技術的成果を総合しながら形成されていった事情を明らかにする。

まえがき

平炉法が工業的に成功したのは 1864 年 4 月 8 日であるから、今年はちょうど 100 年目である。その後、平炉法は世界の製鋼法の支配的方法として長く君臨し、もう一つの転炉法よりも重要な存在であった。しかし、第 2 次大戦後、純酸素転炉法が発展するに伴い、製鋼法の様相は一変し、転炉法が進出して平炉法が後退し、平炉自身も大きな形態変化をとげつつある。その意味では、平炉法は新しい方法に「止揚」されつつあるということもできるが、しかし、100 年にわたって製鉄業でスケールの大きい発展をとげてきた大技術として、それは不朽の意味を持っている。100 年の昔を回顧してその誕生の事情を明らかにすることは決して無意味ではないと思う。それだけでなく、この方法がヨーロッパの多くの国々にまたがって、長い年月をかけて、多くの理論や技術の創造的活動を総合して完成されていった事情は、科学技術の本質を理解するための典型的な例を提供しているといえる。当時と条件が根本的に異なる現在でも、それは決して無縁な存在ではなく、多くのものをわれわれに語りかけていると思う。ここでは、今までその複雑さのために全体の脈絡が十分に明らかにされることのなかった平炉法の誕生までの経過に問題を限定して、それを追求することとする。

1. 平炉法の技術的内容

平炉法は open-hearth process の訳語である。欧米では Siemens-Martin process とよばれる。日本語で転炉法とよばれる converter process, あるいは Bessemer process とともに 普通鋼の二大製鋼法である。この訳語をつけたのは、明治時代官営八幡製鉄所で両方法の導入に活動した今泉嘉一郎である。open-hearth process の本来の意味は、密閉したるつぼのなかで鋼を溶解するのに対し、オープンな炉床（ハース）で鋼を溶解するという意味である。converter process とは銑鉄を鋼に変える (convert) という意である。今泉はこうした本来の意味から離れて、平らな炉および回転する炉という平明な特徴をつかんで平炉および転炉と呼び、一般に慣用されることになった。

平炉法の誕生に際し、平炉法を平炉法たらしめたのは、つぎの 2 要素であった。第 1 に反射炉の炉床で「反

射熱」によりくず鉄および銑鉄を溶解精錬して溶鋼に変えるという冶金的方法であること、第 2 に蓄熱方式によって今まで不可能であった高い温度を実現し、第 1 の冶金反応を可能にするという構造的な側面である。平炉法では発生論的にこの 2 要素が不可欠の構成要素として結合していた。

2. 炉床溶解法

平炉法の第 1 要素は炉床における溶鋼の製造である。それはそれまでの支配的な製鉄法であったパドル法やるつば鑄鋼法と決定的に異なっていた。パドル法は平炉と同様反射炉における炉床で行なう精錬法であるが、半溶鉄（ルッペ）の製造法である。るつば鑄鋼法は平炉法と同様に「溶けた鋼」の製造であるが、密閉るつぼによる少量溶解である。平炉法は反射炉の炉床で「溶けた鋼」を大量生産して、この 2 方法を根本的に変革した。いまの言葉でいえば、パドル鉄（鍊鉄）は「普通鋼」、るつば鋼は「特殊鋼」であったが、平炉法はその「特殊鋼」のるつば鑄鋼に匹敵する材質の「溶鋼」を大量生産することによって、これを「普通鋼」化し、パドル鉄にとつかわったといえることができる。そうなるためには、従来のるつば法の狭い冶金反応上の限界を破って製鋼の新しい可能性を実現することが必要であった。すなわち、るつば法は滲炭鋼を再溶解するだけの技術であったが、平炉法はくず鉄の再溶解だけでなく、銑鉄とくず鉄の同時溶解、銑鉄の鋼への精錬を含み、製鋼反応の範囲を大きく広げた。この点もるつば法と決定的に異なる。

このような平炉法への試みが発足したのは非常に古い。銑鉄の浴のなかに炭素の少ない鉄（鍛鉄）を溶かしこんで溶けた鋼を得る着想は、すでに 1722 年に René Antoine Ferchault Réaumur (1683~1757) によって実験されている。フランスで鋼が製造されず、これを輸入する現状をなげき、滲炭鋼の製法の発明とともに提案されたのが、銑鉄と鍛鉄を溶かし合わせて溶鋼を製造する技術であった。方法としてはるつば法を使った。優秀な鋼はできないが、質の悪い鋼としてなら使えるとした。その後 1745 年に Benjamin Huntsman (1704~1776) がるつば鑄鋼法を発明したが、これは滲炭鋼の再溶解で、レオミュールの提案とは異なる。1780 年代、パドル法が発明され、反射炉での溶解が一般化してからは、反射炉

の炉床でレオミュールの着想の実施を試みる人がつぎつぎに出てきた。主だった人をあげただけでもつぎの通りである。

Clouet (1796), Hassenfratz (1812), Mushet (1816), Bréant (1824), Heath (1845), Stirling (1854), Bessemer (1855), Sudre (1858), Lan (1859)

なかでも、1845年の Josiah Marshall Heath の試みは有名で、これを成功させるためには、いままでの反射炉の発生温度より高い温度が必要なこと、良質の鋼をつくるには良質の原料が必要であることが明確にされ、後の研究を方向づけたとされている。また 1858年の Sudre の実験は木炭高炉スラッグとガラスを溶かして厚い保護層をつくる着想でその後の発展に寄与した。この試験はナポレオン3世の任命した監察委員会によってつば法にかわりうる有利な方法と認定されたが、連続操業ができず挫折した。

一方、1850年代には平炉法の重要な内容をなす銑鉄を鉍石の酸素で精錬して鋼を製造する着想も出てきた。1854年のオーストリアの Franz von Uchatius の提案(特許)である。かれはるつば法でこれを試み、イギリス初め各国への技術導入を策した。

レオミュールの実験室的な研究は100年以上にわたる多くの人々の努力の後、1850年代になり、ベッセマーの成功に刺戟されて、ようやく本格的な工業化の段階に入ってきたが、いずれも成功できなかった。原因は第1に製品のヴァリエーションがはげしく、均一な鋼が得られないこと、第2に溶解・精錬を円滑に実施できる高い温度が得られないことであった。多様な原料を溶解・精錬する過程を厳密にコントロールする技術の確立は非常に困難であったし、高い温度は新しい燃焼方式の導入を要した。特に、第2の点が突破される必要があった。平炉法の原理がすでに1722年に提示されていたのに工業的に実現できなかったのは、反射炉で高い温度を出すことができなかったからである。この要求に代えて、シーメンスの蓄熱方式が登場してきた。

3. 蓄熱方式

蓄熱方式は、反射炉の溶解室の内部を、いままで不可能であったような高い温度にし、溶鋼の製造を可能にした。したがって、平炉法というとき、蓄熱室をもった炉が不可欠の構成要素とされている。蓄熱室をもった炉の発明の中心となったのはシーメンス兄弟であるが、工業化のためには、多くの科学者および技術者の理論的解明と技術的着想が集められることが必要であった。特に第1に空気と燃料をあらかじめ加熱すれば高い燃焼温度が得られるということが理論的に実験的に工業的に常識になることの必要、第2にガス発生炉による人造のガス燃料の製造、その固体燃料にたいする優越性の認識、そして第3に蓄熱方式の開発である。シーメンス兄弟を語

る前に、こうした要因が当時のヨーロッパでどのように発展していったかを調べてみよう。

1828年、イギリスの James Beaumont Neilson (1792~1865) が、高炉の送風を予熱して羽口から吹込み、驚異的に燃料消費量を下げ、生産速度を増加させたとき、人々は燃焼のための空気の予熱のすばらしい効果を大きな工業的規模で認識し、深い印象を受けた。この熱風効果を契機として、イギリスと異なって石炭の開発が遅れ、燃料節約が大問題だった大陸諸国では燃料問題が大きくクローズアップされてきた。Robert Bunsen (1811~1899) は1838~39年、Veckerhagenの木炭高炉で炉内をガス分析によって調査し、この方面で開拓者的な仕事をした。そのさい、高炉ガスを燃料として使用するとすれば、どれだけの価値があるかを解明し、こう結論している「高炉ガスは貧ガスで、冷いガスと空気を燃やしたのでは、1180°Cにしかならず、銑鉄を溶かすにも十分ではなく、200°Cの熱風を使用しても1280°Cにしかならない。高温に予熱した高炉ガスを熱風で燃やせば鉄の精錬に使用しよう」。高炉ガスと燃焼用空気を予熱して高温を得てパドル精錬法を実施しようとする試みは、現実に、この頃1836年、Faber du Faul (1786~1855)によってWasseraffingenで実施された。かれはパドル炉の煙突のなかにパイプを通して熱交換によって空気とガスを予熱する装置を考案した。かれはまた1840年には高炉ガスのかわりに、石炭や泥炭で製造した発生炉ガスによる精錬をも実施している。

当時石炭の開発の遅れた独・仏では豊富にある褐炭または泥炭をガス発生炉によって気体燃料に転化し、未利用資源の活用による燃料不足の解決、高炉ガスよりも発熱量の高いガスの製造が目ざされ、L. Eck, L. Bischof, C.V. Scheuchenstuel, J.J. Ebelmen たちが、ガス発生炉の工業化と取組んでいる。K.J. B. Karsten (1782~1853) は『鉄冶金学綱要』第3版(1841)で「間もなく、人造の一酸化炭素ガスによる精錬法が全般的に実施されるようになるだろう」と予言している。

以上のような、主として大陸に発展した燃料と空気の予熱の効果の理論、ガス発生炉による人造ガス燃料の使用、燃焼装置の諸考案などが、後述のように、すべて蓄熱法の確立に流れ込む。しかし、それらすべてが生きるためには、真に工業化できる新原理の蓄熱方式の開発が必要であった。これがドイツからイギリスに渡って活動したシーメンス兄弟によってイギリスで発明されたのである。この発明の発展の過程で、これら諸要素がシーメンスの蓄熱室にどのように生かされてゆくかをたどることとする。

シーメンス式蓄熱室の原初形態はすでに1816年イギリスで Robert Stirling によって発明され、特許になっている。蓄熱のための通路に耐火物をおいて廃熱を吸収

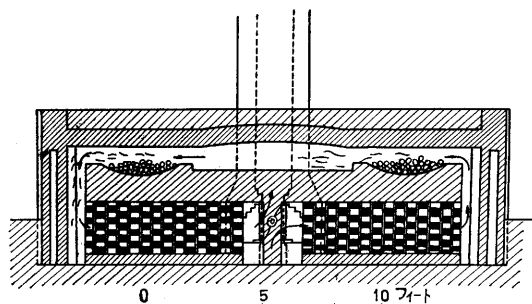
させ、切替法によって空気に熱を交付するもので、弟の James との共同で、後には Captain Ericson によって空気エンジンの加熱に適用されたが、エンジニアの間で否定的な意見が支配し、工業化されずに終わった。しかし、イギリス人が顧みなかったこの発明がドイツ人のシーメンス兄弟に印象を与え、かれらによって取上げられることになる。

シーメンス兄弟はドイツの技術の天才兄弟といわれる。長兄の Werner Siemens (1816~1892) は「ベルリン、または電気のシーメンス」、Wilhelm (1823~1883) は「ロンドン、または鉄のシーメンス」、Friedrich (1826~1904) は「ドレスデン、またはガラスのシーメンス」とよばれ、それぞれの分野で先駆的な仕事をした。1843年、ウイリウム（またはウイリアム）が兄の仕事でロンドンに渡り、そこに住みついてから、弟のフリードリヒをも呼び寄せて二人で種々の事業を営んだ。ウイリウムは蒸気機関の熱の再生 (regeneration) に取組んでいたので、この考えの燃焼への適用は必然の発展だった。弟がそれを試みる機会に恵まれた。

ベッセマーがチェルトナムで転炉法を発表した 1856年、前述のウハチウスのつば鉍石鋼法を売込むためにイギリスに来ていたオーストリア人の Karl Lenz からフリードリヒに相談が持込まれた。「この方法を実施するのにるつば溶解炉では温度不十分だが、なにか工夫はないか」というのである。フリードリヒは「二重管で廃熱によって空気を予熱したらどうか」と示唆した。この話はそのままになったが、フリードリヒはこれに熱中し、考え方を切替えて、前述のスターリングの方式を取上げた。ウイリアムがこれを援助し、二人の力で蓄熱法が発展していった。1856年 12月 2日には特許を仮申請し、1857年 6月 2日に正式申請が行なわれた。これでは、

「切替方式、廃熱の利用、切替弁その他は他の構造で使用されているから」として請求範囲から除かれ、煉瓦を格子積みにした蓄熱室 (regenerator) を中心とした 7項目が請求されている。管壁を通しての熱交換 (レキューペレーター)、ガス燃料の使用もあげられているが、これは将来の布石で、当面は石炭焚きの炉の煉瓦格子積みの蓄熱室方式の完成に二人の努力が集中した。第 1 図はウイリアムが Institute of Mechanical Engineers の講演論文に添付した図面である。さらに蓄熱室の改良にはコンサルタント・エンジニアとしてシーメンス兄弟と協力関係にあった E. A. Cowper (1819~1893) が高炉の送風予熱に効果をあげた熱風炉の蓄熱室の考案が寄与している (1857年 5月 19日特許)。

同年、この方法を Sheffield の製鋼業者 Atkinson 商會が取上げ、コークスによってるつば炉で鋼を製造する蓄熱室炉 (regenerative furnace) が築造された。るつばと炉壁の熔落に苦しんだ末、9 月の溶解試験の後、試



1957年のウイリアム・シーメンスの Institute of Mechanical Engineers での lecture の report に添付された図面からとった初期の regenerative furnace の断面。heated chamber の各端に fireplace があり、下方に regenerator がある。真中下方に simple flat valve がある。
(Peal and Saville, Siemens and the O. H. process, J. I. S. I. September, 1963, p. 746.)

第 1 図 シーメンスの蓄熱方式の炉

験が放棄された。兄のウイリアムの事業もうまくなく、シーメンス兄弟は資金難に陥り、絶望したフリードリヒはヴェルナーの「ベルリンに来て、シーメンス・ハルスケ商会で炉の実験をやれ」との奨めに応じてドイツに帰った。ヴェルナーの援助で実験がつづけられ、良質の耐火材を選択し、石炭焚きを放棄し、発生炉ガス燃料を使用して燃料と空気の両方の予熱を行ない、陶器を焼く炉として成功の一步を踏み出した。1858年には、オーストリアのウィーンのそばの Liesing にある Wagemann Seybel 商会のガラス工場で水ガラスの製造炉として成功。メーレンの S. Reich のガラス工場でも成功した。その後イタリア戦争が起り、フリードリヒはベルリンに戻ったが、ガス発生炉付きのガラス製造用タンク炉の工業化は確実なものとなった。後年ドレスデンにシーメンス・ハルスケ商会がガラス工場をみずから経営し、フリードリヒがここに腰をすえることになるのだが、ここでは直接の関係はないから省略する。こうしてガラス炉としては成功したもの、鋼の製造への適用には成功しなかった。レオーベンの Franzmeyer、デーレンの Carlswerk でいくらかの成果はあげたが、確実な工業化への見通しを持つようなものではなかった。

1859年、フリードリヒはウイリアムの求めに応じてロンドンに舞い戻り、Naylor Vickers and Co. の他のためにるつば鋼溶解炉を建設した。こうしてドイツの経験がイギリスに持ち込まれる。しかし、結果は思わしくなかった。一方、ドイツで経験ずみのガラス製造炉を Rotherham で試みて輝かしい成果をあげ、この面の工業化が急速に伸びた。そして、バーミンガムの Lloyd and Summerfield Co. の板ガラスの製造では、傾斜底を持つ独特のシーメンス式ガス発生炉が登場し、粘結性のある石炭の連続ガス化に成功した。イギリスの石炭によるガス発生炉がここに発足する。1861年 1月 22日、ガス発生炉と蓄熱室配置の改良を軸として「ガラス、鋼その

他を open-hearth で溶解する」炉についての特許がとられた。平炉法はこれで構造的に完成した。

フリードリヒは「鋼の溶解については運命が逆っている」といってガラス製造に全注意を向けたが、ウィリアムは初志を貫徹しようとした。1862年ダーラムの Tow low の Charles Attwood (1791~1875) という進歩的な製鋼家がシーメンス蓄熱室をもつ炉の炉床でパドル鉄を銑鉄浴に溶かして溶鋼を製造しようと考え、炉の建設を依頼してきたとき、しばらくこの方面から遠ざかっていたウィリアムの情熱が燃え上がった。しかし、耐火材に悩み、Attwood はふたたび伝統的なつば法へ戻ってしまった。

こうして失敗つづきの頃、フランスでエコール・ポリテクニク出身者、採鉱冶金長官の要職にあった Louis le Chatelier (1815~1875) が、炉床での鋼の溶解をシーメンス蓄熱室炉で実施したいと考え、平炉法の誕生の舞台がフランスに移るきっかけとなった。かれは銑鉄とパドル鉄だけでなく、鉄鉱石、スケール、スラッグ、廃棄物などを使用し、多面的な精錬法をオープン・ハースで実施することを考えたのであって、ウハチウス法の冶金的内容の拡大、後の鉱石・銑鉄法の端緒である。官史だったので自分には関係せず、シーメンスにすすめ、Montlucon にある Boigues, Rambourg et Cie の工場に蓄熱室付きの炉を建設させ、同社に自分の方法を実施させた。1863年8月操業が開始された。しかし、炉床が侵食され、その補修に追われているうちに天井が落ち、冶金的可能性を調査する前に試験が放棄された。同工場はベッセマー転炉を建設することになり、平炉法の開拓者の道を離れてしまった。

こうして、蓄熱室はガラス工業で輝しい前途を持ったものの、溶鋼の製造ではいざんとして壁が破れなかった。そうしたときに、忽然として、その工業化に成功し、連続操業を実現した人が南仏の小都市に現われた。Angoulême のそばの Sireuil の製鉄家 Pierre Martin (1824~1915) であった。マルチンの成功は同時にレオミュール以来の冶金家の探求のじつに122年目の完結であった。

4. 平炉溶鋼の製造

マルチンは南仏の Sireuil で父の Emile から譲られた小さな製鉄所(高炉1基、パドル・圧延工場)を運営していた。1862年からパドル炉の炉床でシャスポー銑の銑身用鋼を製造する実験を初め、モントルソンの蓄熱室をもつシーメンス式の炉に注意を向けた。シーメンスと交渉の結果、モントルソンの炉の建設にあたった技師 Nehse が Sireuil に行き、炉を建設した。初めは加熱炉に使うことが予定されたが、1864年4月8日、マルチンはこれで平炉溶鋼の製造に成功した。シーメンスのまったく予期しないことであった。シーメンス自身、At-

kinson, Attwood, Le Chatelier のような英仏の高名な製鉄人たちの失敗をよそに、意外なところにフランス製鉄の伝統の力が貯えられていたのである。この日を境に平炉はマルチンの工場で休みなく動きつづけ、改良を重ね、シャスポー銑身、タイヤ、ばね、道具鋼などを供給した。その発明と改良の過程は慎重で、熟練で、創意に富んでいた。

マルチンの最初の炉は容量が1.5t、炉床面積1.92m²(長さ1.2m、幅1.6m)であった。後3t、3m²の炉に拡大された。炉床は耐火度の高い鑄砂に粘着力のある収縮しない粘土を混ぜてスタンプし、確実なガスと空気の通入割合を見出してゆき、築造した炉床の溶解回数は着実に伸びていった。

かれが選び出した原料はエルバ島の優秀な赤鉄鉱をマルセイユそばの St. Louis の高炉で製錬した銑鉄であった。ベッセマー転炉でも使用される優秀なこの銑鉄を溶かして銑鉄浴をつくる。これに添加するために、かれは同じ St. Louis 銑をパドル炉で精錬してルッベ(炭素の多いパドル鋼)をつくり、これを配分した。パドル炉で燐その他の一部が除去されるから、マルチンの鋼は普通のベッセマー鋼よりも質がよく、純粋なスエーデン鉱石から製造されたベッセマー鋼に匹敵した。かれの銑身鋼は Rochelfort で射撃試験を受けてるつば銑身鋼に匹敵するとの折紙がつけられた。

マルチンは初期には純然たる再溶解と合金を目的とし、酸化鉄の多いスラッグを途中で排出して木炭高炉滓その他の中性の溶剤を添加し、精錬を脱硅だけに限るように工夫した。初めは硬い鋼しかできず、軟鋼は赤熱脆性で駄目であったが、スピーゲルアイゼンの添加によって軟鋼をつくれるようになった。銑鉄とルッベの配合割合を種々変えることによって、硬軟各種の鋼種を製造した。ベッセマー鋼くずその他のくず鋼の使用法をも確立した。しだいに銑鉄配合量を増し、絶粋な鉱石(アルジェリア鉱石)、特にマンガン含有鉱石の使用をも種々試みた。

こうして1867年のパリ世界博覧会に、かすかすのマルチン鋼が出品されたときには、すでにその方法は細部にわたって完成された方法であった。

ドイツのつば鑄鋼界の専門家 C. Peiper がパリ博覧会でこの方法に注目し、マルチンの工場を見学させてもらったときのことを書いたものがあり、そのなかで作業の内容が紹介されている。それによると、かれの見学したチャージの装入量は2t 150kg(銑鉄700kg、パドル鋼700kg、鋼くず600kg、スピーゲル150kg)、1回の溶解時間13~14時間(銑鉄装入溶解1.5時間、パドル鋼、鋼くずの溶解6.5時間、沸騰1.5時間、スピーゲルの添加1.0時間、溶解ごとの補修3.5時間)であったという。焼減り10.5%。

その方法は直ぐに大陸で大きな信用を博した。1868 年には Firminy の Verdier が平炉工場を建設し、鉄道レールの大量供給を開始した。さらに Creuzot 工場、ドイツへは前述のバイパーによってベルリンの Borsig の工場、オーストリアの V. Mayr の工場というふうに拡大され、やがてフランスの Terre-noire の技師の手でロシアのペテルスブルグのアレキサンドロフスキーに導入された。これらの国々で長く平炉法のことをマルチン法とよび、シーメンス・マルチン法とよばないのは、こうした発展の歴史的事情に起因している。

一方、マルチンに先を越されたウィリアムも平炉法のために努力をやめなかった。かれにとってはマルチンの方法は平炉溶鋼製造法の可能性の一部を実現したものに過ぎなかった。かれにとっては、平炉法はベッセマー転炉法のように、溶鉄だけで作業して溶鋼をつくることもできるはずであった。ウハチウス法は酸化剤として鉄鉱石を添加してこれをつば法でやっている。特にこの方向は前述のように 1862 年フランスのすぐれた冶金家 Le Chatelier によって提案され、シーメンスはその精錬法を試験するためにフランスに平炉を建設する機会を持った。炉がこわれて中止となり、その冶金的内容を調査することはできなかったが、かれはバーミンガムに建設した「Sample Steel Works」で試験および工業的操業を兼ねた研究を続行した。この方法をかれは「鉱石鋼法」とよんだ。

「鉱石鋼法」を実施する大企業を考えたシーメンスは、1868 年 ウェールズの Swansea のそばの Landore に、ブリキ製造家 Dillwyn と結んで Landore-Siemens 製鋼会社を設立した。翌年工場が完成、鉱石鋼法（ランドール法ともよばれる）の作業が開始された。出発ははなばなしかったが、事業内容は不振であった。それは当時の大量鉄であるパドル鉄の競争者たらんとする生みの苦しみであった。最良の、もっとも安価な鋼製造法という「鉱石鋼法」にかけたシーメンスの夢はなかなか実現困難であった。労力と資本がこの方法の完成のために際限なく注ぎ込まれたが、工業的には成功できなかった。酸化鉄に富んだスラッグによる炉床と側壁の侵食はひどく、精錬過程の制御は困難であった。けっきょく、くず鉄を添加するときのみ作業が有利であることを経験で教えられ、くず鉄添加量がしだいに増加していった。一方、フランスでも、マルチンの「合金法」、「混合法」(Kuppelwieser の命名)から出発して、銑鉄の配合量を増加し、鉱石添加量を増加していったので、両者の本質的区別はしだいに消滅していった。しかし、こうした相違は両国の製鋼技術を長く支配し、イギリスでは銑鉄配合割合が多かった。1880 年ランドールの配合割合は銑鉄 70%、鋼くず 22%、スピーゲルアイゼン 8% であった。ランドールの経験はイギリス平炉法の発展に大きく影響

し、酸性炉床による銑鉄・鉱石法が長期間この国で平炉法の主流をなした原因となっている。

こうして平炉法はシーメンス兄弟とマルチンの努力を軸として誕生したが、さらにこの方法の画期的躍進の原因となった塩基性平炉法の発明についても一言しなければならぬ。1879 年 Sidney Gilchrist Thomas (1850~1885) によってトーマス転炉法のために塩基性耐火材が発明されたとき、これを平炉法にも適用しようという考えはきわめて自然であった。同年にすでにフランスの Creuzot と Terre-noire の両製鉄所でそれが試みられている。塩基性(タール・ドロマイト)の炉床と酸性の天井とを直接接点させると高温で反応して溶けてしまうので、その中間に中性の物質をおくことが考えられ、クロム鉄鉱石がそれに採用されることによって塩基性操業法の実施が可能となった。Terre-noire の技師がロシアに行って建設したセント・ペテルスブルグのアレキサンドロフスキー製鋼工場もこれを実施し、タールドロマイト炉床での操業に成功し、これが技術論文に詳報されたことにより、塩基性平炉法は特許に煩わされることがなくなり、各国の製鉄人の努力の交換交流によって改良されてゆき、現在見られるような規模、内容ともにスケールの大きな製鋼法への発展の道をたどった。

む す び

平炉法は表面に現われただけでも、じつに多くの科学者、技術者の努力を基礎にして確立された方法である。発明には、ジェームス・ワットの蒸気機関、ヘンリー・ベッセマーの転炉法、ギルクリスト・トーマスの塩基性転炉法などのような、一二の人間のたたかひが決定的な軸になり、人々の力の結合の面がかくされる場合もあるが、また平炉法のように人々の力の結合である面が強くなり、シーメンス兄弟やマルチンの大きな活動さえそのなかに埋没させてしまう場合もある。こうした平炉法の特徴はその大きな長所であった。Peter Tunner (1807~1897) はパリ博覧会に出品されたマルチン鋼を見て、1867 年、つぎの意見をのべている。

「平炉法はベッセマー法と異なり、十分に知られた実証済みの諸方法をすばらしくうまく組立てたものであるから、その有用性に対して最初から信頼感が持たれた」

平炉法は大きく発展した。最初、当時の「特殊鋼」であったるつば鑄鋼と競争するという控え目な目的で発足し、やがて直ぐパドル鉄に挑戦し、これを完全にちょう落させ、これにとっかわるだけでなく、製鉄業を未曾有の規模に発展させることになった。しかし、その後の 100 年の平炉法の発展はやがてその否定的契機をも成長させる。蓄熱室は平炉法の本質的要素であり、ガス発生炉は高炉における熱風炉のように不可欠な設備であった。ところが、アメリカでは 1880 年代から天然ガスが

平炉燃料として大流行した。その後その発掘が後退するや 20 世紀に入ると、重油焚きが重要性を増した。ヨーロッパでも発熱量の高いコークス炉ガスの使用が増大した。そうなるも燃料ガスの予熱のための蓄熱室はすでにかつての重要な意義を失っていった。また、酸素の製鉄への使用が増大し、空気の酸素富化が行なわれれば空気の予熱も絶対的存在ではなくなる。廃熱の利用には別の解決法がある。こうして、平炉法では蓄熱室はますます矛盾した存在に転化していった。

「蓄熱室なしの平炉はもはや平炉ではない」という意見もあるが、平炉法にはもう一つ重要な要素があった。オープン・ハースのメタルを溶解室の反射熱でガス相—スラグ相—メタル相と精錬反応を進行させるシステムである。上から下への反応の進行は不自然であるともいわれるが、なによりも溶解室全体を高温にする必要は大きな欠点である。空気または酸素を直接金属のなかに吹込んで内部に熱を発生させることのできる転炉法の長所に及ばない。空気転炉法の時代には転炉法は低磷銑と高磷銑だけに適用でき、多くの品種が平炉法だけで処理する

ことができた。純酸素製鋼法で精錬が行なわれるようになり、平炉と同じ銑鉄品種を転炉法で処理できるようになれば、平炉法はそれだけ後退せざるを得ない。

100 年にわたって世界の製鉄業にすばらしい貢献をしてきた平炉法は、第 2 次大戦後、純酸素法の登場によって、最近強くその存在価値を問われるにいたっている。そのすぐれた長所と経験が新しいもののなかに生かされるときがきたようである。どのような偉大な発明でも免れることのできない運命である。(1964 年 7 月 11 日受理)

参考文献

Ludwig Beck; Die Geschichte des Eisens. Bd. IV u. V, Braunschweig, 1903.
 Hermann Wedding, Handbuch der Eisenhüttenkunde, Bd. 4, Braunschweig, 1907.
 Ludwig Beck, 蓄熱室炉の 50 年祭に寄せて, Stahl u. Eisen, 1906・12・1, p. 1421.
 C. Peiper, ビエール・マルチンの思い出, Stahl u. Eisen, 1912・10・17, p. 1741.
 Franz Bartu, シーメンス・マルチン炉の成長と発展—蓄熱室の 100 年, Stahl u. Eisen, 1958・5・29, p. 713.
 M.L. Peal and J.P. Saville, ウィリアム・シーメンスと平炉法, Journal of Iron and Steel Institute, 1963・9, p. 745.

次 号 予 告 (10 月号)

新潟震害特集

口 絵
 巻 頭 言

工場地帯震害調査団の派遣について.....岡 本 舜 三

新潟地震における土木建造物の震害.....久 保 慶三郎

新潟地震の特性と建築物の被害.....坪 井 善 勝
 川 中 尚
 川 股 重 也

新潟地震における工場施設の被害について.....星 野 昌 一
 三 木 五 三 郎
 河 添 邦 太 朗
 柴 田 碧 芳
 佐 藤 寿

1. 総 論
2. 土質と基礎に関する震害について
3. 工場・倉庫の震害とその対策
4. 機械配管関係の被害原因とその対策
5. 化学工場における震害について

航空写真による新潟地震の調査.....丸 西 安 隆 和
 尾 元 充

海 外 事 情

地震学・地震工学政府間会議に出席して.....久 保 慶三郎

研 究 速 報

混合イオン交換カラムにおける金属イオンの溶離挙動.....山 本 辺 武 郎
 田 和 子

生研ニュース