

特別講演

電気製鋼の現状と将来*

林 達 夫**

Present and Future Prospect of the Electric Arc Furnace Steel Making

Tatsuo HAYASHI

1. はじめに

今回の渡辺義介賞受賞にあたり、私が長年取り組んできた“電気製鋼”について述べてみたい。

電気製鋼については昨今その将来性について、内外に多くの論文が発表されており、そのいずれもが電気製鋼法は将来の技術革新のなかで、可能性と期待に富んだものとして論ぜられている。電気製鋼をとりまく諸条件は過去、現在、将来と大きく変化してきており、将来への期待はわれわれの努力もさることながら、各方面の協力が必要である。

本稿はまず電気製鋼の過去について、簡単にふれ、ついで現状に、そして将来の展望についてはいささか大胆な予測も含め、若干の詳述を試みた。

2. 過 去

1864年にMARTINと共に平炉製鋼法を完成したWilliam von SIEMENSはアーク燈からのヒントで電気炉の研究を行ない、1878年はじめて電気炉を試作した。この記録によると、1時間に22ポンドの鋼を溶解し、また発電機を動かすための蒸気機関用ボイラーで1ポンドの石炭を燃焼させると、この電気炉内で1ポンドの鋼が溶解されたといわれている。周知のように鉄1トンを溶かすのに320000kcal必要とされているので、当時の各機関の熱効率もおよそ想像がつけられよう。

しかし当時一般的に電力は貴重で得難く、1898年のEmilio STASSANO 1900年のPaul HÉROULT、あるいは1906年のPaul GIRODなどの研究により電気炉が改良されるまでは、実用的とはいえないものであつた。

このうちアルミ電解法の発明者としても有名なHÉROULTの直接弧光式電気炉は、現在の製鋼用電気炉の基礎をなしている。当時、電力費は高価であり、これが実用炉として活躍を始めたのは、第一次世界大戦以降とみてよからう。

わが国においては1908年長野県松本の土橋電気製鋼

所が第1号の電気炉を設置し、1910年には高速度鋼の生産を行なつたのを手始めに、安来鉄鋼、呉海軍工廠などで電気炉の設置があいついで行なわれ、とくに特殊鋼生産用に使用された。

もちろん当時の特殊鋼生産は、一般的には酸性平炉ないしルツボ炉によつて行なわれていたが、ようやく緒についた電力開発と、第一次世界大戦の軍需としての特殊鋼々材の需要は、電気炉の抬頭に拍車をかけ、次第にルツボ鋼と酸性平炉鋼の衰退をうがすようになった。

国産最古のエルー式アーク炉は大正5年大同製鋼(株)が設計製作した1.5tのものと推定され、これは当社の社宝として保存されている。

なお参考までに当社が現在までに製作した大同メタルス炉、および大同レクトロメルト炉の製作台数は下のとおり。

大同メタルス炉	387台
大同レクトロメルト炉	180台

(含精錬炉、製作中炉) 1971年3月末現在

図1に見るように、わが国においては1920年電気炉鋼がルツボ鋼を凌駕して以来、電気製鋼法は着実に発展し、軍需を主とした特殊鋼製造分野で活躍した。日本軍部の兵器素材購入規格がルツボ鋼から電気炉鋼に切換えられたのは1929年がはじめてであり、1933年には一切のルツボ鋼指定が廃止された。

電気炉鋼は特殊鋼の発展とともに伸びたほか、鋳鍛鋼、普通鋼の生産にもその特徴をいかして利用され、炉容、生産量ともに増大し、第二次大戦終戦直前1944年には特殊鋼々材生産、電気炉鋼生産ともに戦前最高を記録した。

戦後わが国の経済発展はその基礎資材である鉄鋼の伸びを必要としたが、電気製鋼法はその技術進歩により、平炉製鋼法が転炉製鋼法によつて駆逐された現在でも、

* 昭和46年4月本会講演大会にて発表
昭和46年5月25日受付

** 大同製鋼(株)代表取締役 副社長

増大する粗鋼生産量のうちで一定比率を占め、着々と生産量を増加している。

3. 現 在

電気製鋼の特色は

- i) 設備投資額が少なく、投資効果がよいこと。
- ii) 鋼浴品質のコントロールが容易なこと。
- iii) 電力をエネルギー源とし、公害対策容易。
- iv) 使用原料に融通性があること。

などが挙げられるが、最近はこの項では“UHP アーク炉”についてふれ、ついで電気製鋼の最大の問題点である原料問題についてふれる。

3.1 UHPアーク炉の出現

1964年のAIME電炉会議でUCC社のDr. W. E. SCHWABE およびNorthwestern Steel & Wire Co. Ltd. のC. G. ROBINSON が提唱した製鋼用電気炉の超高電力操業—Ultra High Power Operation—はすでに幾多の反響を呼び、その後の研究も数多くあつて今やUHP時代を迎えている。

その原理は今更いうまでもないが、一口にいえば力率を70%程度にまで下げ、ショートアークで安定したアークを得る、いわゆる低力率高電流操業である。現在新設あるいは建設中の電気炉はいずれもこのUHPないしHP (High Power) を採用する機運となつており、この優位性は動かぬものとなつている。

電気炉が転炉にくらべ難点があるとされているのは、その生産性であり、一般的に従来は転炉は電気炉のそれにくらべて3~4倍といわれている。電気炉の生産性向上には後述のようにまだ数多くの方法があるが、UHPはまさに転炉に対する生産性への挑戦であつて、生産能率は飛躍的に向上する。

表1 わが国昭和初期における製鋼用設備

	電気炉	ルツボ炉	転 炉	平 炉
1927年(昭和2年)	29	26	11	109
1928 (" 3)	30	26	7	108
1929 (" 4)	39	26	4	106
1930 (" 5)	40	24	4	108
1931 (" 6)	40	25	6	109
1932 (" 7)	45	25	6	109
1933 (" 8)	64	18	5	116
1934 (" 9)	119	26	8	128

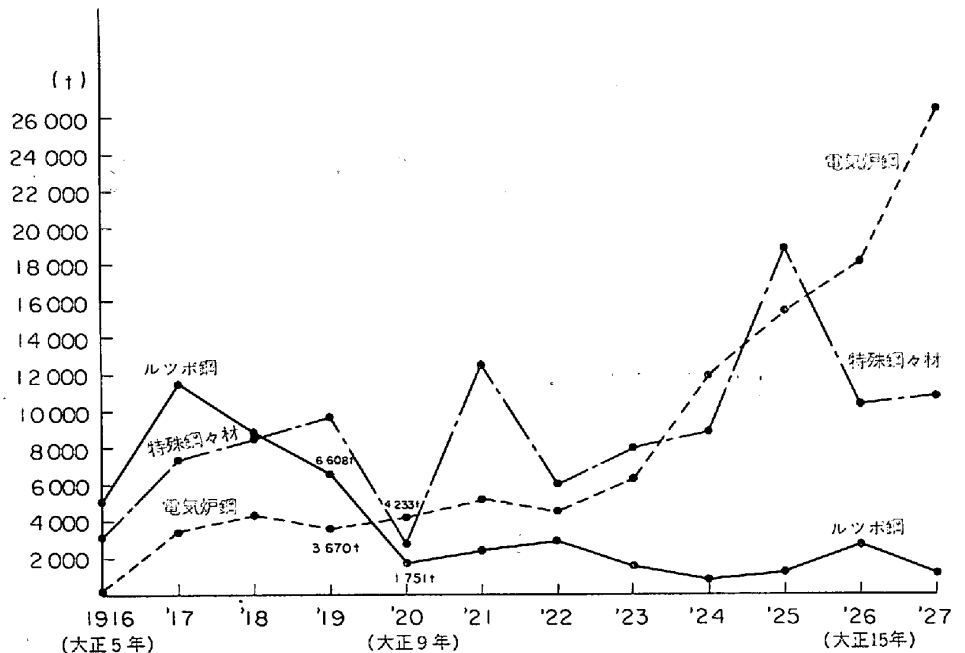


図1 わが国大正年間におけるルツボ鋼、電気炉鋼の生産推移

ただこのUHP操業には次の問題があり、今後の研究開発と各方面の協力が必要である。

- i) フリッカーおよび力率補償問題

Dr. SCHWABE はフリッカーについては安定したショートアークのため、むしろ従来のごときワイルドフリック

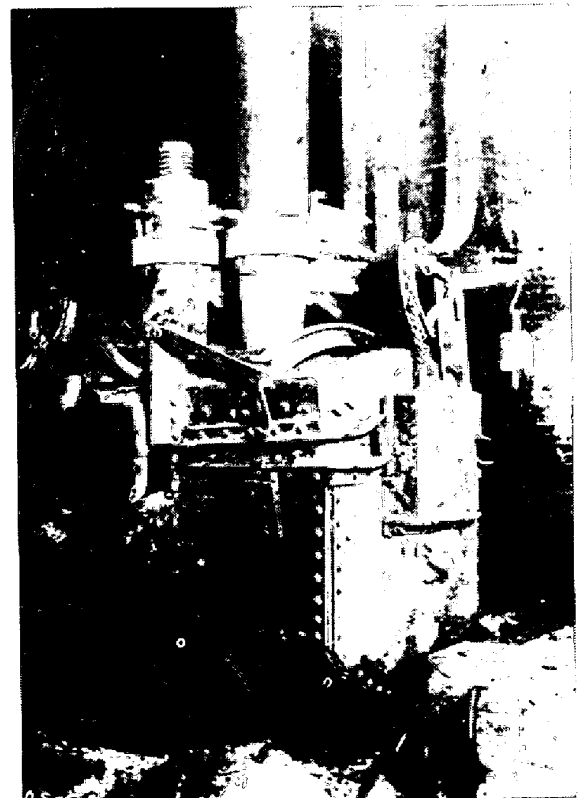


写真1 1.5t エル式アーク炉
大同製鋼(株)旧熱田工場、大正 5.3.10

表2 わが国 HP, UHP 炉設置状況

会社工場	公称容量	基数	炉用変圧器(定格)	メーカー	稼働年月
日本製鋼所	120 t	1	35 000 kVA	I H I	43/8
トビ	120	1	56 000	三菱	46/1
日本	80	1	35 000	三菱	46/1
住友	80	1	30 000	I H I	44/10
大神	70	1	45 000	D L	45/5
東伸	70	1	42 000	D L	44/8
日本	70	2	30 000	DL, IHI	45/1
日本	70	1	35 000	D L	(46/9)
共東	70	1	35 000	D L	(46/E)
東日	60	1	36 000	NKK	(46/10)
愛知	60	1	30 000	I H I	(46/E)
王子	60	1	30 000	D L	45/4
三井	50	2	30 000	I H I	45/6
東三	50	2	22 000	D L	45/7, 9
船橋	50	1	22 000	I H I	
東電	50	1	22 000	NKK	45/2
佐	50	1	35 000	NKK	(46/3)
	50	2	25 000	D L	(46/9)
	50	2	25 000	D L	(46/3)

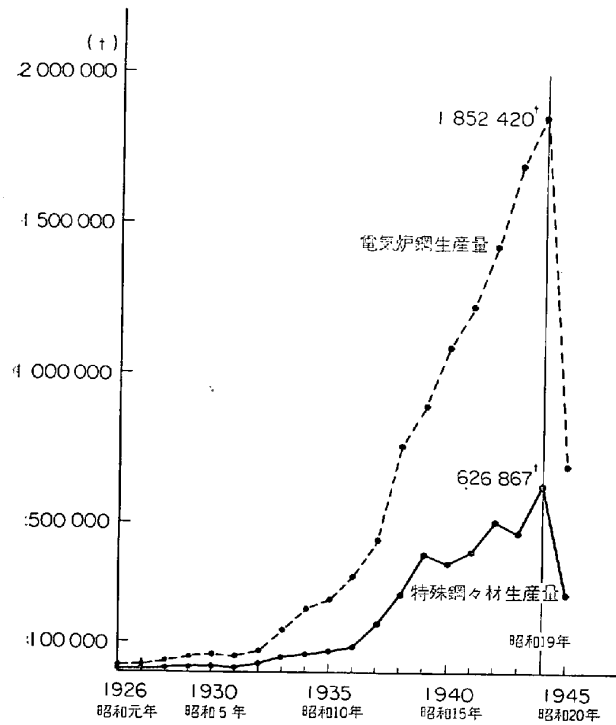


図2 わが国戦前電気炉鋼, 特殊鋼々材の生産量推移

カーは軽減されるとしており、これについてはほぼ間違いないと考えられる。ただその程度が軽減されても、フリッカー問題はわが国の電力事情では広い意味での公害の一種と見られ、慎重な配慮が必要である。

また力率補償問題は炉用変圧器一次側にコンデンサーを設けて行なう傾向であるが、フリッカー問題と合わせ今後の電気炉の大型化、UHP 化については電力会社の理解と協力が是非共必要である。

ii) 炉設計の問題

まず可燃電線は大電流を流すため水冷ケーブルが必要である。なおこれら二次導体の配列は回路インピーダ

表3 各種電力水準における理論的生産能率 (70 t 炉)

	製鋼時間 (hr) (分)	理論的 生産能 率 (t/hr)	生産能 率比 (%)
R. P. Regular Power	2・69(129+30)	27	100
H. P. High Power	1・75(75+30)	41	150
U. H. P. Ultra High Power	1・17(40+30)	62	230

ンスを平衡化するため、特殊な配慮を行なう。また大型化、UHP 化のメリットをいかすため電力の負荷率および時間利用率の効率化をはかる工夫が必要である。

耐火物についていえば、ショートアークのため耐火物に対する影響はかえって少ないという見方もあるが、短時間に大電力を投入するための影響もあり、耐火物対策にも注意を要する。Dr. SCHWABE の UHP 操業はこの耐火物損耗指数を導入しているが、耐火物の今後の進歩は是非期待したい。

iii) 電極問題

従来から電気炉の UHP 化を阻んできたのは電極問題であり、現在も最大のネックとなつている。

米国ではすでに大電流に耐える UHP 電極の開発が早くから行なわれており、針状コークス原料によるピッチ含浸電極はかなりの成績をおさめているようである。わが国でも最近ユーザー側の要請で、かなりの品質のものも造られるようになったが、生産性の向上、電極原単位の向上という面から折損、消耗の少ない UHP 電極の出現は電気炉鋼メーカーのひとしく渴望しているところである。

3.2 原料問題について

i) 鉄屑について

電気炉の原料は一部で溶銑あるいは銑鉄を使用しているが、主力の鉄源はなんといつても鉄屑である。

表 4 わが国最近の鉄屑消費量

	転 炉	平 炉	電 気 炉
1966年 (昭和41年)	6 700 (0.198) (81.6)	3 800 (0.415)	10 000 (1.03)
1967 (// 42)	9 200 (0.216) (81.5)	3 900 (0.475)	12 000 (1.03)
1968 (// 43)	10 600 (0.206) (82.2)	2 800 (0.555)	12 700 (1.03)
1969 (// 44)	15 400 (0.229) (80.0)	3 100 (0.593)	14 700 (1.03)
1970 (// 45)	16 600 (0.225) (79.5)	2 600 (0.692)	16 100 (1.03)

単位：1 000 t () 内粗鋼トン当たり鉄屑原単位, () 内混鉄率

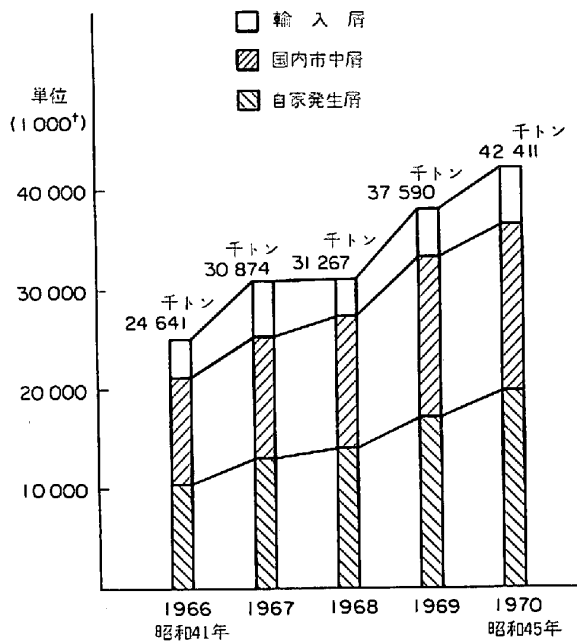


図 3 最近のわが国鉄屑の供給量推移

わが国の鉄屑は供給量が年々増加してきてはいるものの、消費量はこれに伴って伸びており、平炉休止の影響も連続製造発達の逆作用がある。すでに1人当たり粗鋼消費量という面から見るとわが国が 679 kg (1970年)で、米国の 682 kg (1969年)、西独の 663 kg (1969年)とくらべて全く遜色ない数字となつているが、鉄の蓄積という面からはまだ低位であるためここ当分鉄屑輸入が必要といわれている。

表 4 に示すように鉄屑は 1968 年迄は電気炉による使用量が多く、その後転炉の伸びにより逆転し、現在では転炉が電気炉よりやや多い鉄屑を消費している。ただ内容的に見ると転炉が自家発生屑を主としているのに対して、電気炉で使用する鉄屑は市中発生屑を主としているところに問題がある。

すなわち自家発生屑はその性格上取引商品としての価値づけは行なわれないが、市中発生屑、および輸入屑価格は市況によつて左右される。鉄屑は集荷流通機構が不備で、また海外市況によつても影響をうけ、その価格はきわめて不安定であり、一種の投機商品の様相を呈している。

電気炉鋼メーカーとしての立場で云えば、転炉鋼メーカーが混鉄率を 1% 上下するだけで約 80 万トンの鉄屑使用量の差となる事実、また特殊鋼メーカーとしての立場でいえば、鉄屑高のときに製品高となしえぬ事実があり、今後われわれとしては鉄屑価格安定につき各方面の協力を得て、積極的に推進したい。

ii) 還元鉄の出現

直接還元による還元鉄の製造法は約 300 種類以上あるといわれているが、そのおもなものを表 5 に示す。

直接製鉄は鉄鉱石と還元剤と燃料との組み合わせで生産されるので、工場立地問題はきわめて重要である。わが国では鉄鉱石を輸入する場合 30% 以上の酸素を同時に運搬している勘定であるから、現地還元すればその分の積増しが可能となる。一方還元鉄は再酸

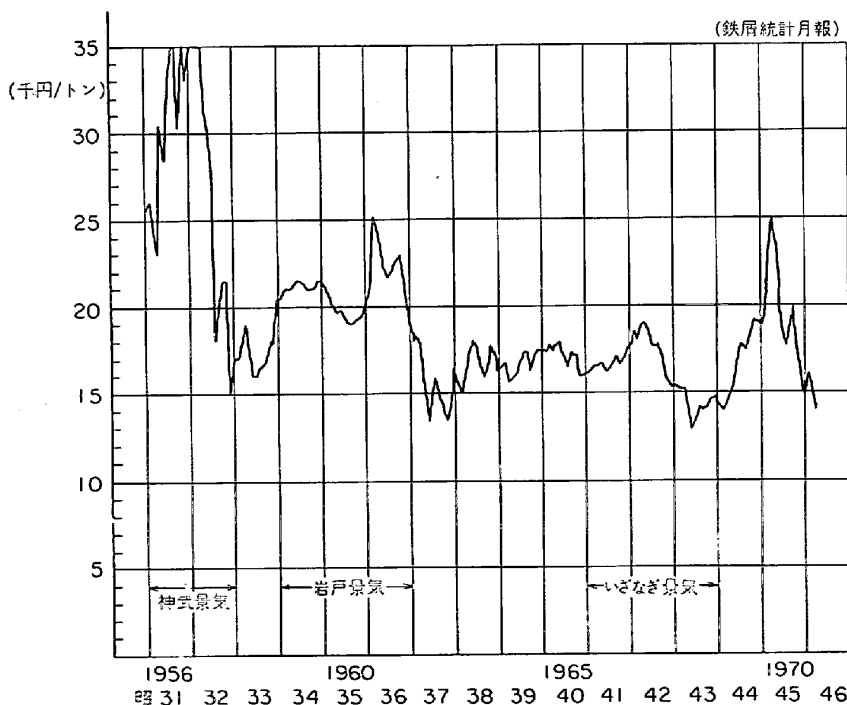


図 4 国内鉄くず価格推移

表 5 主要直接製鉄法と実施例

名 称	還元剤	代 表 例	実 施 例
A 流 動 層 法	ガス還元剤	FIOR HIB..... NU-IRON H-IRON	Orinoco Mining (ベネズエラ)
B ロータリーキルン法	固体還元剤	SL/RN KRUPP	(Falcon-bridge (加) New Zealand Steel (ニュージーランド) 仁川製鉄 (韓国) Highveld Steel & Vanadium Co. (南ア) Salzgitter (西独))
C シャフト炉法	ガス還元剤	MIDREX PUROFER WIEBERG	(Oregon Steel (米) Korf Industry (西独) Georgetown Steel (米) Oberhausen (西独) 日立金属 (安来))
D レトルト炉法	ガス還元剤	HYL	Hojalata y Lamina (メキシコ)
E 移 動 床 法	固体還元剤	DLM	



写真 2 HIMET 連装試験状況 (外観)

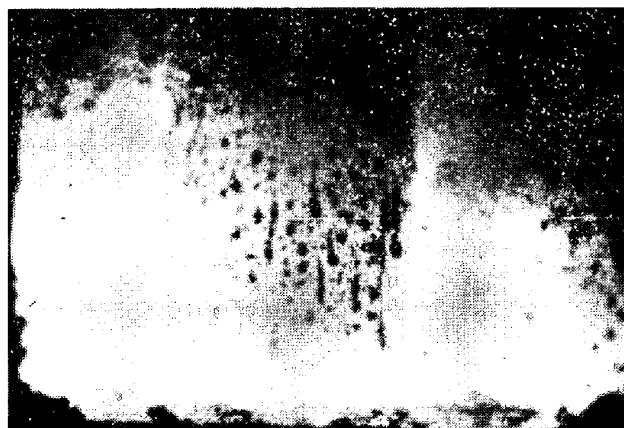


写真 4 HIMET 連装試験状況



写真 3 HIMET 連装写真状況 (炉内-1)

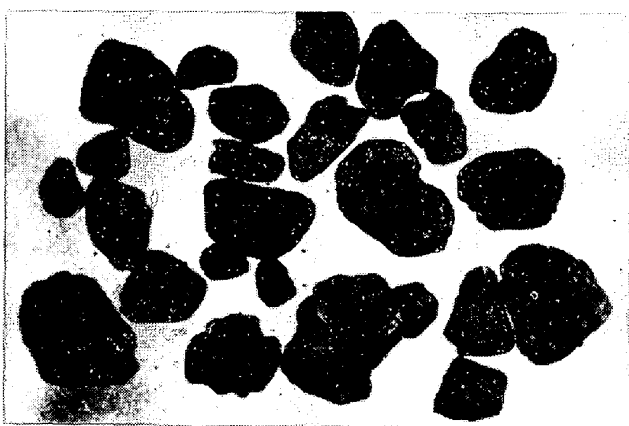


写真 5 ハイメット写真

化しやすいため運搬、貯蔵にはそれなりの配慮が必要である。

国内還元の場合は固体還元剤使用のとき、国産石炭で賄えるがそれ以外の原料はすべて輸入することになる。しかし国内還元の場合は再酸化について若干の考慮を払えば電気炉への hot charge も可能となる。

現在試みられている直接還元は主として電気炉製鋼用としてのものが多く、わが国においては 1970 年 FIOR 法

還元鉄が約 9 000 t 輸入され、各社で試験されたほか、三菱製鋼(株)が SL/RN 法による含ニッケル還元鉄を使用試験した。更に 1971 年には大同製鋼(株)知多工場において、連続装入による SL/RN 法 HIMET の試験を行なった。

この試験は UHP 炉を用い 40% 配合で、約 100 名におよぶ国内製鋼関係者の立会いを得て成功裡に完了した。いずれ詳細報告は別途発表される予定である。

表 6 還元鉄使用の長所, 短所 (電気製鋼の場合)

長 所	短 所
1. 製鋼時間短縮 電力投入量増大可能 フリッカー軽減 2. 生産性向上 3. 形状, 品位一定 4. ハンドリング容易 5. 将来電気炉の自動操業 化に結びつけ易い.	1. 脈石分多し 塩基度維持のため生 石灰必要 スラグ量多, 溶解熱 必要 2. 鉄分歩留やや悪し 3. 吸湿により再酸化のお それあり 4. 鉄屑価格に見合う価格 での入手見通しは将来 の課題

還元鉄使用の長所, 短所については表 6 に示すが問題なのはこの価格がいくらになるかである. ある試算によると, 仮りに鉄屑価格が 14 200 円の時, 還元鉄 30% 配合の 150 t UHP 電気炉鋼と, 16 000 円の溶鉄の配合率 80% の 80 t 転炉鋼とが等価になるための還元鉄単価は 13 000 円と予想されている.

いずれにせよ鉄屑価格と競争しうる価格であることが絶対必要であり, またこれが実用段階になれば鉄屑価格の安定に大きな力となるものと考えられる.

4. 将 来

今まで述べたとおり, UHP 炉の発達, 還元鉄の出現のほかに, 電気製鋼の将来を論ずるのにエネルギー問題にふれる必要がある.

4.1 わが国のエネルギー事情

i) 強粘結炭の不足

わが国の鉄鋼用原料炭のうち, 強粘結炭は主として米国からの輸入に依存している. この輸入がわが国の粗鋼生産量の伸びにつれ供給難の見通しが高まっており, 現在高炉メーカー各社では米炭依存率の低減, 重油, ガス吹込みによるコークス比の低減に努力している. わが国のコークス比は世界各国にくらべて最も低いにもかかわらず, さらに 300 kg 台をめざしてすでにこれに到達した高炉も数多い. しかし長期的に見ればやはり問題であり他の強粘結炭源の開拓あるいは合成コークス等の研究が進まない限り, 高炉-転炉製鋼法の伸びには立地公害問題とも合わせて若干の制約が感ぜられる.

ii) 火力発電と原子力発電

周知のようにわが国は第一次エネルギーの約 80% を輸入しており, なかんずく重油, 天然ガスはほとんど 100% を輸入に依存している. 最近の石油輸出国機構 (OPEC) の値上げ攻勢はわが国の産業界に深刻な打撃を与えるものと予想され, 石油, ガス 3 割自給構想も打ち出されてはいるものの, 海洋開発にも立ちおけているわが国としては見通しはくらいといえよう.

さらに公害問題は火力発電の立地条件を制限し, 地域社会との諸種のトラブルが起こっており, 燃料および公害問題から一部水力発電の再開と, 主力としては原子

力発電への移行が加速されると見るべきであろう. 原子力に対してはわが国では特別な感情があり, また必ずしも無公害というわけではないが, 少なくとも火力より有利になる可能性はある. また原子燃料そのものはわが国では産出きわめて少なく, 輸入に頼らざるをえないが, 将来の新型転換炉, 高速増殖炉も含め, 核燃料サイクルの合理的確立をはかれば石油, ガスなどのごとき輸入形態とは趣の異なつたものとなる. ここ当分は軽水炉を主体とした原子力発電が計画されようが, 昨今のエネルギー事情変化は原子力発電拡大に拍車をかけ, 電力緩和に将来役立つものと思う.

iii) 原子力製鉄

原子力エネルギーの製鉄製鋼への応用は鉄鋼協会共同研究会原子力部会, 原子力産業会議原子炉多目的利用懇談会等において積極的に議論されている. 原子力利用にはその電力と熱の利用があり, 電力利用のみを考えると“電気製鉄”“電気製鋼”の 2 つが考えられる.

このいずれもが原子力時代を迎えて電力コストが安くなつた場合には (たとえば 1 円 50 銭以下), その可能性は大きいといわれているが, とくに電気製鋼は前述したように大型 UHP 炉の還元鉄連続装入ということと考えると, 還元鉄コストもまた原子力エネルギーコストに左右されるため, 可能性は一段と大きくなる.

すなわち, 還元ガスの製造および還元温度までの原料加熱に原子力熱エネルギーが直接利用できるからである.

このための原子炉はもちろん高温ガス冷却炉であり, 高温ヘリウムガスを熱交換により還元鉄の製造と, 電気製鋼用電力とに利用することになる.

なお製鉄のみへの利用でなく, これをたとえばエチレンの製造, プロセスチームの製造に用いるほか, 他の化学用熱源や海水脱塩, 地域冷暖房のエネルギー源として総合利用すればさらに有効であり, これを原子力の多目的利用と呼んで原子力利用の一大コンビナート構想に結びつけることができる.

ただわが国においては高温ガス冷却炉の開発が非常におくれており, 国としての積極的な開発姿勢を望みた

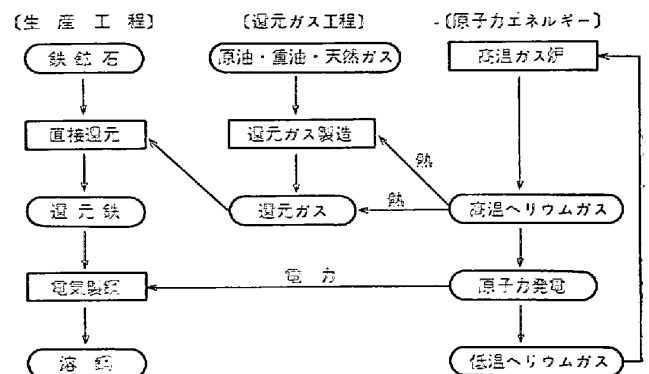


図 5 原子力製鉄プロセス モデルパターン

表7 代表アーク炉仕様比較表

	Northwestern Steel & wire Co., Ltd.	中部鋼板 (株)	大同製鋼 (株) 知多
公称容量	400 t NSW	250 t CT	70 t IT
炉殻内径	32' (9.754m/m)	25' (7.620m/m)	19' (5.791m/m)
変電圧	150 000 KVA 以上	40 000KVA(実質 60 000KVA)	45 000KVA(実質 65 000 KVA)
電極ピッチ	24'	24'	20'
サークル	63'' (1 600m/m)	1 600m/m	1 372m/m
二次電流	110 000 A 以上	定格 42 000A (実質 50 000~55 000A)	定格 56 500A (最大 65 000A 以上)
二次電圧	1 000V	700V~550V~220V	610V~460V~160V
炉リアクタンス	2.94 mΩ	30V ステップ 17 点	25V ステップ 19 点
工場受電圧	345 KV	3.05 mΩ 154 KV	2.92 mΩ 154 KV

い。また鉄鋼業界としても原子力製鉄時代は 15~20 年後に実用化されるのは間違いないと思われるので、そのための準備は今から必要であろう。たとえば現在は高温ガス冷却炉が開発途上であつても、現時点で最も安い電力費が予想できる軽水炉による原子力製鉄所をつくり、原子力発電のみを利用した新鋭電気製鋼工場を建設し、大型 UHP 炉のスクラップおよび輸入還元鉄による操業に習熟しておけば、高温ガス冷却炉の時代への移行はきわめて容易におこなわれるであろう。すでにかかる立地条件を満す場所はわが国では青森県、宮城県あるいは鹿児島県などきわめて限られた地点になると思うが、原子力発電のみの利用からでも直ちに着手して、原子力製鉄への布石としたいと考えている。

4.2 将来の電気炉

原子力製鉄の実現は前述のように 1985~1990 年というのが現時点での予測であるが、それを迎えるまでにすでに電気製鋼は還元鉄と鉄屑同時利用による UHP 電気炉時代に入っているものと見られる。そして電気製鋼法そのものも大きく進歩しているであろう。

i) 炉外精錬

UHP 電気炉では電力の時間利用率—time utilization 一向上をはかるため、別容器による炉外精錬が発達しよう。現在すでにステンレス鋼の炉外精錬が真空脱ガス容器を用い、あるいは AOD (argon oxygen degassing) 用転炉を用いて成功しており、他の鋼種についても真空脱ガス適用の考えはひろがりつつある。これは単に鋼の品質向上という面からのみではなく、電気炉の生産性向上という面からも是非進めていきたい。

ii) 省力化, 機械化, 無公害化

労働人口の減少と質的变化は従来の製鋼工場のイメージを大きく転換させる必要を生じている。中でも省力化および機械化はわが国の労働賃金が欧米なみに近づきつつある現在、積極的に進めねばならない。

電気炉の溶解造塊工程は迅速化と炉の大型化とからも機械化の要請があり、還元鉄を始めとする鉄原料、副資材の自動連続装入、炉前作業のロボット化、分析、测温

表8 製鋼用アーク炉超高電力標準容量 (日本工業炉協会)

公称容量 (t)	炉殻内径 (mm)	変圧器定格容量 (MVA)	電極呼び径 (mm)
10	3.350	10	300
15	3.650	12.5	350
20	3.950	15	350
25	4.300	17.5	400
30	4.600	22	400
40	4.900	27.5	450
50	5.200	30	450
60	5.500	35	500
70	5.800	40	500
80	6.100	45	500
100	6.400	50	550
125	6.800	60	550
150	7.100	75	600
175	7.400	85	600
200	7.600	100	600
250	8.000	125	600
300	8.200	160	600
400	9.700	200	600

の自動化、連続製造などさまざまな工夫が考えられつつあり、今後も発展していくであろう。

公害問題については電気製鋼は二次エネルギーたる電力を使用する点で、他の製鋼法より有利である。しかしフリッカーなどの広い意味での公害と、さらに電気炉の粉塵は完全に防止しなければならない。集塵装置は現在各メーカーがその技術を競っており、また電気炉ごとの集塵でなく製鋼工場全部の建家集塵についての工夫もなされつつあるので、電気製鋼工場のイメージは将来大きく変わることとなる。

iii) コンピューター・コントロール

上述の省力化、機械化の要請は当然電気製鋼のコンピューター・コントロールに結びつく。すでに複数炉の場合の電力デマンド・コントロールをコンピューター化している所があり、また受注から溶解工程命令、配合計算および溶解精錬作業指示、鋼種決定指示、造塊工程命令

を経て次工程への指示など、一連の作業のコンピューター化へのアプローチが部分的に試みられている。

とくにパワーのかけ方、精錬の仕方など溶解精錬作業そのもののコンピューター化は、いわゆるオペレーション・ガイド・コントロールと呼ばれ、電気炉の大型化、UHP 化には不可欠のものとなる。

iv) その他

電気製鋼は今後の技術向上への努力でどこまで可能性があるだろうか。現在世界最大の炉は米国 Northwestern Steel & Wire Co., Ltd. のものであり、わが国最大の炉は中部鋼板(株)の 250 t 炉、またわが国での UHP 代表炉としては大同製鋼(株)知多工場の 70 t 炉があり、これらの仕様比較を表 7 に示す。

なお日本工業炉協会では最近 UHP 電気炉の標準仕様をまとめたので、これを参考までに表 8 に示す。

さて将来の予測として、電気炉の大きさを考えた場合、既に出現した 400 平炉の推移をししばらく見た上でのほうが確度が高いが、おそらく最大容量の標準としては 400~500 t 炉、変圧器容量としては 200 000KVA~250 000 KVA 程度となろう。変圧器の大型化はさして問題ない。この炉の生産性は転炉量産鋼程度の溶製鋼種を考え、溶解期 1.3 時間、前後 0.3 時間、計 1.6 時間の能率とすれば 250~310 t/hr の生産性となる。電極は現状の延長を考えれば 26~30 時×3 本ということになるが、あるいは非消耗型の水冷銅電極になる可能性もなしとしない。

さらに将来について飛躍した考えをとれば、連続製鋼にも結びつけられる。すなわち原料は連続自動装入されるので、製鋼反応の炉内条件を定常化しさえすれば、おそらく傾動も不要となつた大型炉の炉側下部より、連続的に溶鋼を取り出すこともあながち夢ではない。現在各

国で連続製鋼の研究を行なつているが、電気製鋼は連続製鋼への近道になることも考えられる。

4.3 電気製鋼の予測

電気製鋼の予測はきわめて困難な問題である。単にわが国のみの予測を行なうにも、国際的な環境諸条件の変化を考慮しなければならない。またこの変化自体も内外の政治経済情勢により大きくゆれ動くのも当然である。

わが国の 1970 年代は調整と変革の時代といわれ、1980 年代は脱工業化の時代といわれている。すでに現時点での不況には自動車産業の屈折点をはじめ、エネルギー、公害に対する認識の変化、輸出環境の変化、労働力の減少と質的变化、開発途上国の工業化機運等々、経済社会の基調に微妙な変化のきざしが見えはじめており、今後わが国の産業界も調整と変革の試煉をうけ、構造的にも大きく変わつてゆくものと見られる。

すでに、米国鉄鋼業も脱“規模の経済”時代に入り、再編が進んでいるという見方がある (Fortune 誌 1971 年 3 月)。事実 UHP 炉の低い資本コストを武器とするミニミルの抬頭であり巨大会社も UHP 炉の新設が盛んである。更にこれらは還元鉄と結びついて今後 10 年間に米国鉄鋼業に革命をおこすと見られ、電気製鋼の比率は 1980 年 30%、1990 年 50% という予測もされている。

彼我の事情の相違はもちろん考慮し

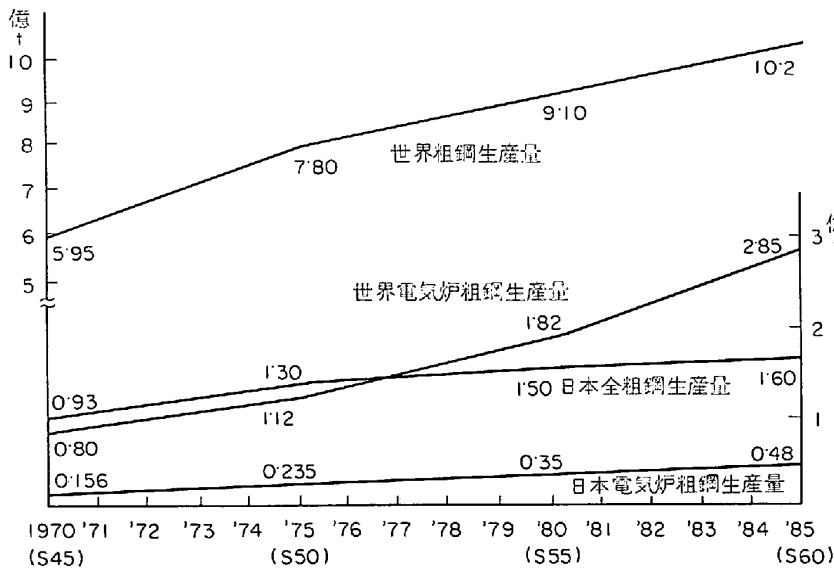


図 6 粗鋼生産予測

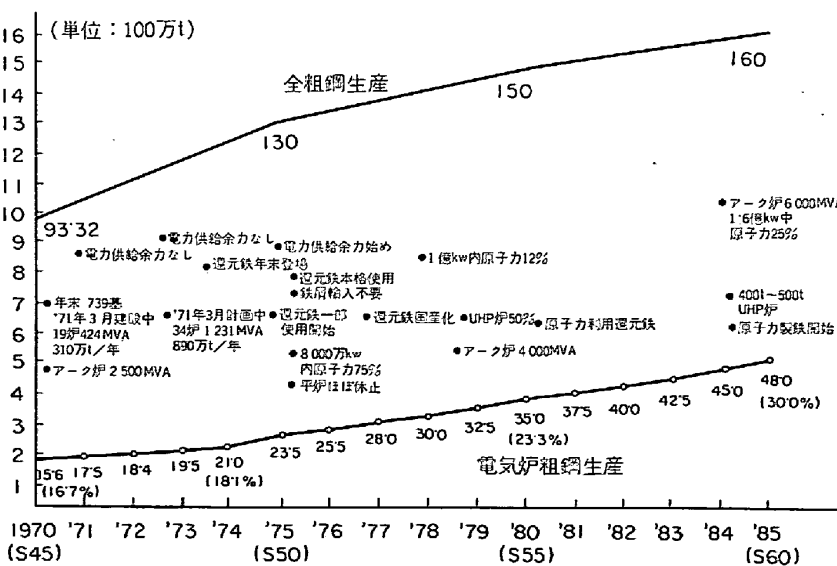


図 7 電気製鋼の長期予測

なければならないが、ある意味では日本でも類似のパターンが展開されることが考えられる。

電気製鋼の予測を行なうに当たっては、まず粗鋼生産量の予測から始める必要があるが、上記の諸条件をふまえ単純な量的拡大予測を避けて、やや保守的ではあるが、1970年 93 320 000 トンの実績を基調とし、1975年 130 000 000 トン、1985年 160 000 000 トンと推定し、そのうちで電気製鋼の将来を予測したい。

図6に全世界とわが国の全粗鋼と電気炉粗鋼生産量の予測を示した。全世界の予測は J. R. MILLER (米国) によるものである。

図7にわが国の全粗鋼と電気炉粗鋼生産量の予測明細を示す。各年次ごとのアーク炉事情、鉄原料事情、電力

事情等を考慮して電気炉鋼の予測を行なったわけであるが、1975年 23 500 000 トン (全粗鋼比 18.1%)、1980年 35 000 000 トン (同 23.3%)、1985年 48 000 000 トン (同 30%) 程度には達するものと見込まれる。

5. おわりに

電気製鋼の過去、現在、将来について論じてきたが、鉄原料問題、エネルギー問題等今後解決しなければならぬ問題が多い。電気製鋼にたずさわるわれわれとしてはその責任の重大さを痛感し、これ等問題点の解決に努力するとともに今後共電気炉の改良、操業技術の改善などを大いに進めたいと考えている。各方面の協力を望みたい。

以上