
製鉄部門における省エネルギー

Energy Saving at Ironmaking Division

高橋 洋光(Hiromitsu Takahashi) 陣野 友久(Tomohisa Jinno)

要旨：

当社の製鉄部門（コークス炉，焼結工場および高炉）が最近までに実施してきた省エネルギー対策について概括した。すなわちコークス炉での操業改善および乾式消火設備（CDQ）の導入，焼結工場における熱料の節約や排風機などの電力削減，高炉においては熱量比の低減，炉頂圧回収タービンや熱風炉排ガス顕熱回収設備の導入などについて，その効果もあわせて述べた。最後に今後の課題として，回収の対象とすべき未利用の排エネルギーを列挙した。

Synopsis：

A general presentation of recent activities is given in energy saving at ironmaking, sintering and coking processes of Kawasaki Steel Corporation, as follows: (1) Introduction of coke dry quencher and operation efforts at coke oven (2) Reduction in fuel coke, ignition gas and electric power for I. D. F. s at sintering plant, (3) Introduction of top gas pressure recovery turbine and heat exchanger for hot stove waste gas and decrease in fuel rate at blast furnace and so on. Finally future tasks of recovering unutilized waste heat energy are discussed.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

製鉄部門における省エネルギー

Energy Saving at Ironmaking Division

高橋 洋 光*

Hiromitsu Takahashi

陣 野 友 久**

Tomohisa Jinno

Synopsis:

A general presentation of recent activities is given in energy saving at ironmaking, sintering and coking processes of Kawasaki Steel Corporation, as follows:

- (1) Introduction of coke dry quencher and operation efforts at coke oven
- (2) Reduction in fuel coke, ignition gas and electric power for I.D.F.s at sintering plant,
- (3) Introduction of top gas pressure recovery turbine and heat exchanger for hot stove waste gas and decrease in fuel rate at blast furnace and so on.

Finally future tasks of recovering unutilized waste heat energy are discussed.

1. 製鉄部門省エネルギーの背景

我が国の鉄鋼業の今日の発展は、臨海製鉄所の建設、諸外国からの最新技術の積極的な導入を基盤とする独自の技術の開発、生産性の向上および資源・エネルギーの効率化への努力によるものである。これは原燃料のほとんどすべてを海外に依存する我が国鉄鋼業を存立させるための必要条件でもある。

特に1973年来の中東戦争に端を発した第一次石油危機、および1979年のイラン革命による第2次石油危機による石油の量的制約と価格の高騰によって、資源・エネルギー問題の重要性があらためて認識され、一層の省資源・省エネルギー推進の努力が必要となった。

鉄鋼業はエネルギー多消費型の産業であるといわれる。製鉄部門（コークス炉も含む）は鉄鋼プロセスにおけるエネルギーの70%以上を消費しており、そのエネルギー利用効率の良否が鉄鉄のエネルギーコストに、更には製鉄所全体の省エネルギー成果に大きく影響を及ぼしている。

当社は1973年の第一次石油危機を契機に、本社

にエネルギー使用効率化委員会（委員長：技術本部長）を設置し、また、その下部機構として各事業所にエネルギー使用効率化委員会を設置して、省エネルギーの計画作成および推進活動を進めてきた。これらの活動のなかで製鉄部門が実施してきた主な省エネルギー対策を中心に、今後の課題も含め以下に紹介する。

2. 製鉄部門のエネルギー使用状況

一貫製鉄所の使用エネルギー量は、当社の千葉・水島両製鉄所の例で示せば、現在粗鋼トンあたり約 $5700 \times 10^3 \text{kcal}$ である。

製鉄所のエネルギー・フローについて水島製鉄所を例としてFig. 1¹⁾に示した。全購入エネルギーのうち石炭とコークスが80.3%を占め、残りが、電力の12.8%（共同火力における供給副生ガスによる発電を含む）、石油類の6.4%，その他0.5%となっている。

また、Fig. 2には、製鉄所における主要プロセスのエネルギー消費比率を示したが、製鉄部門であるコークス炉、焼結工場および高炉は、いずれもエネルギーの消費比率が大きく、製鉄所全体か

* 東京本社製鉄技術本部製鉄技術室主査(課長)
〔昭和56年9月9日原稿受付〕

** 東京本社エネルギー管理部主査(課長)

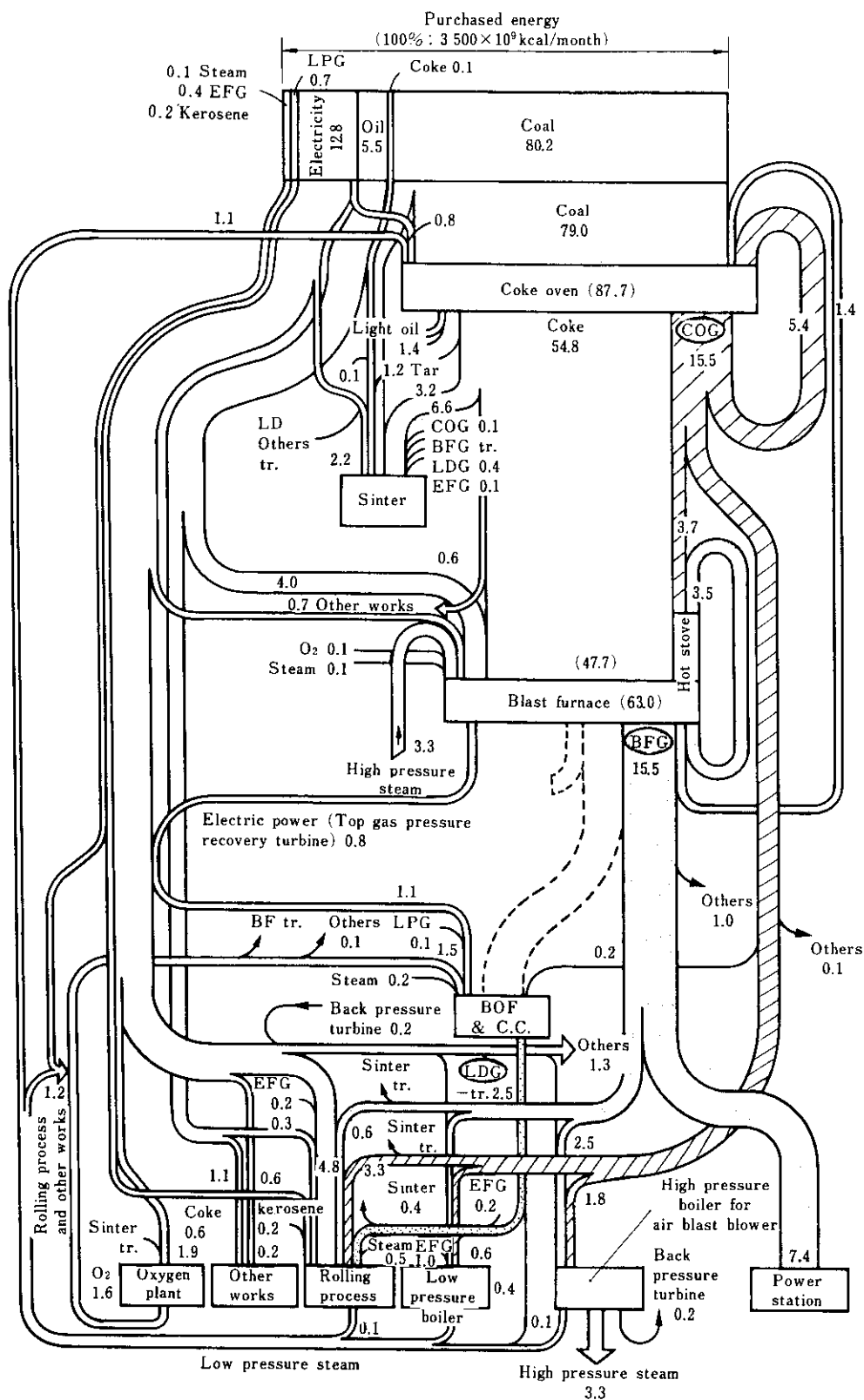


Fig. 1 Energy flow and energy balance in Mizushima Works

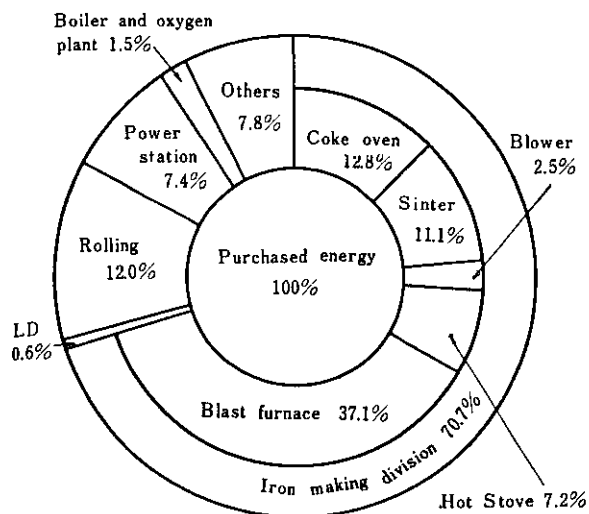


Fig. 2 Energy consumption by all manufacturing processes in Mizushima Works

らみても大きな位置を占めていることがわかる。

3. コークス炉の省エネルギー

一貫製鉄所におけるコークス工場のエネルギー消費割合は約13%を占めている (Fig. 2 より)。

以下にコークス炉のエネルギー消費状況と省エネルギー対策の現状を示す。

3-1 コークス炉のヒートバランス

コークス炉のヒートバランスの一例を Fig. 3 に示す。

コークス炉の全入熱中約90%は燃料 (B ガス, C ガス) である。出熱はコークス顕熱が約42%と最大で、ついで発生物の潜・顕熱の合計が26%, 炉体放散熱の約18%, 廃ガス顕熱の12%などが主

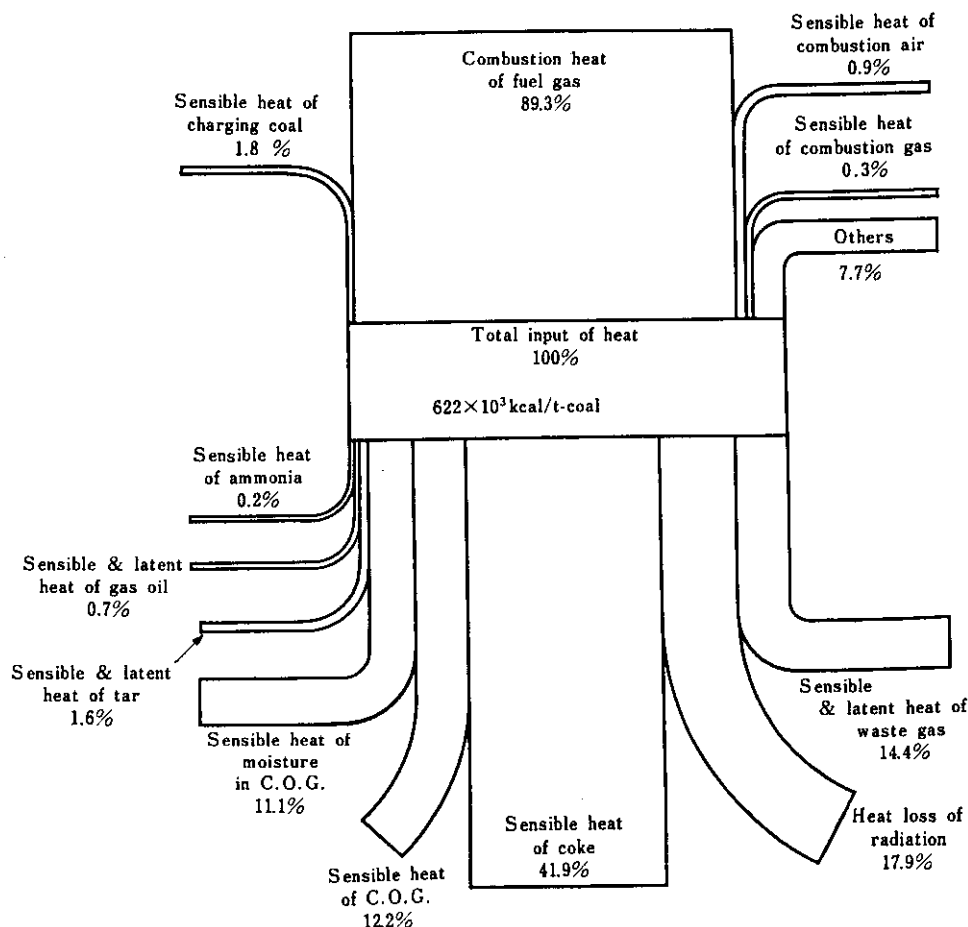


Fig. 3 Heat balance at coke oven in Mizushima Works

要なものである。

省エネルギー対策としては、出熱項目中最も大きなコークス顕熱回収のための乾式消火設備（CDQ）の導入や、コークス炉操業の改善、燃焼管理の強化などがあり、きめ細かく実施して効果を上げている。

3-2 コークス炉の主な省エネルギー対策

3-2-1 コークス乾式消火装置 (Coke Dry Quenching, CDQ)

コークス炉から生産される赤熱コークスの顕熱はコークス炉の出熱中最大のもので、押出された状態で約1000～1100℃の温度を有し、コークス・トン当たり約360～400×10³kcalの顕熱を保有している。

従来は湿式消火塔で散水冷却され、顕熱のほとんどが大気中に水蒸気潜・顕熱として放散されてきた。これをCDQにより蒸気として回収し、製鉄所内のプロセス蒸気として利用したり、更にタービンを廻して発電し、電力として利用するなど

大きな省エネルギー効果を上げている。CDQは我国ではすでに、新日本製鉄㈱八幡製鉄所（昭和51年稼動）、日本鋼管㈱扇島製鉄所（昭和51年、54年稼動）および、川鉄化学㈱千葉工場（昭和52年、56年稼動）に設置され、稼動している。さらに鉄鋼各社で計画あるいは建設が進められている。

川鉄化学・千葉に設置したCDQの設備概要をTable 1に、設備フロー概要をFig. 4²⁾に示す。

Table 1 Specifications of CDQ'S

	No. 1	No. 2
Coke quenching ability (t/h)	56×3units	100×2units
Coke temperature (°C)		
At inlet	950～1050	950～1050
At outlet	200～250	200～250
Gas temperature (°C)		
At inlet	170～180	170～180
At outlet	750～800	750～800
Steam generation rate(t/h)	30×3	54×2
Steam pressure(kgf/cm ² .G)	21	52.4
Steam temperature (°C)	228	436
Application of generated steam	For process steam	For power plant

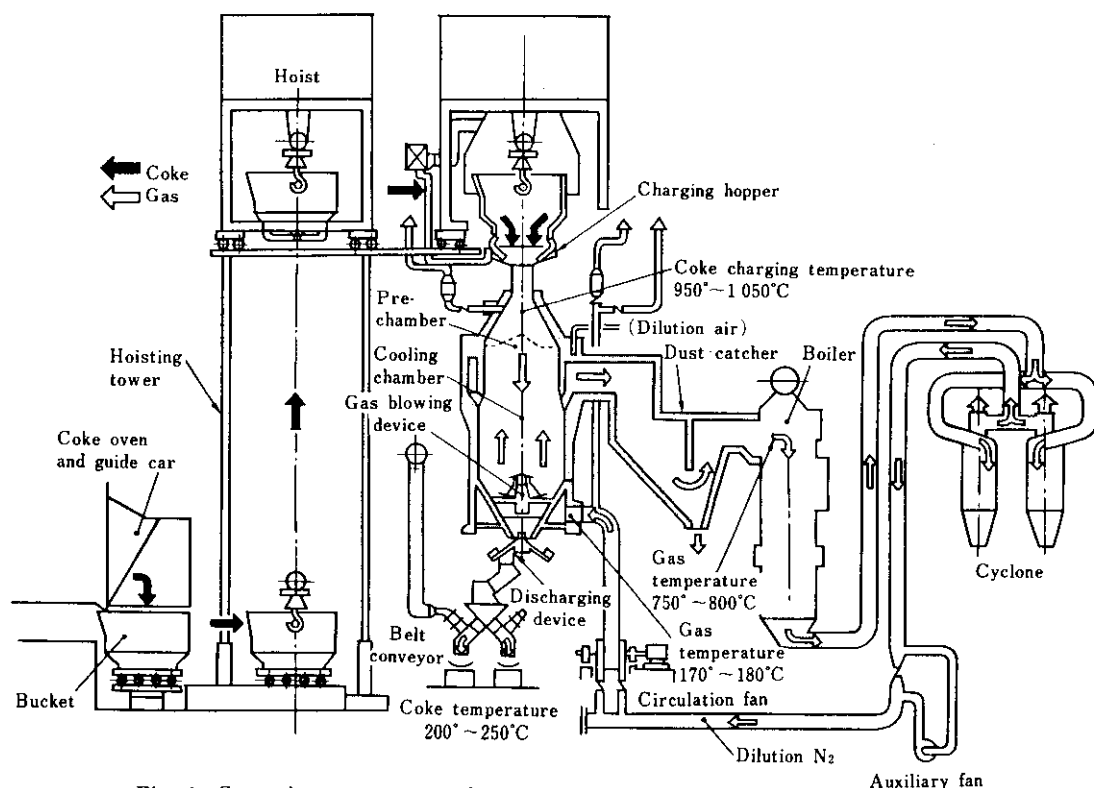


Fig. 4 General arrangement and process flow sheet for CDQ

千葉第1CDQにおけるコークス顕熱回収効率は約72%になっており、これはコークス炉投入熱量の約34%にも達している。

千葉・第2CDQについては、別論文³⁾を参照されたい。

3-2-2 コークス炉の操業改善

コークス炉の操業改善による主要な省エネルギー項目としては、装入量管理と乾留全消費時間の均一化がある。

コークス炉に装入される原料炭の上端プロフィールは、必ずしも平坦ではない。局部的に高いところがあると、その部分のコークス化に時間がかかり入熱量が増大するという無駄がある。装入炭レベラーの寸法を長くするとともに、各装入ピットからの装入量をコントロールすることにより平坦化に最近成功した。これは装入量増加にもつながり、大型コークス炉では約670kg/ovenの増量となっている。これが装入量管理であり、省エネルギーに寄与している。

もう一つの乾留全消費時間均一化は、ブロック操業に代表される。コークス炉の乾留全消費時間はコークス炉の稼働率、操業パターンおよび操業ピッチにより左右され、これが火落後の置時間の変動原因の一つとなっている。この置時間の変動は、コークスの乾留レベル（火落時間の水準）に影響

を及ぼし、コークスの品質、熱量原単位のバラツキをもたらす。安定した一定レベルの品質を維持するためには、入熱量を安全サイドの過剰に設定する操業を行なうことになる。この対策としてのブロック操業では、コークス炉の全窯を数ブロックに分割し、その各ブロックごとにあたかも1つの窯であるかのようにひとまとめに処理する。ブロックとブロックの間を食休時間、交替時間にあてることにより、乾留全消費時間を窯ごとにほぼ同一にすることが容易となる（Fig. 5 参照）。さらには、ダミーのブロックを設定することにより、休工時間をとることもできる。これにより平均火落後の置時間が30分程度短縮可能となり、入熱量で $6 \times 10^3 \text{ kcal/t-coal}$ の省エネルギーの実績を得ている。しかし、CDQを採用している炉では、CDQでの発生蒸気の平準化を重視する場合もあり、ブロック操業の実施が難かしい。

3-2-3 燃焼管理の改善

コークス炉の入熱の大部分は、燃料ガスの燃焼熱であり、したがってこの燃焼熱を最少限にする工夫が必要である。その一方法としてコークス炉の操業条件、装入炭の状態から必要な入熱量を予測し、投入熱量を設定するシステムを採用している。Fig. 6に入熱量を決定する要因を示した。現在、稼働率・稼働率補正、稼働率変動補正、および外

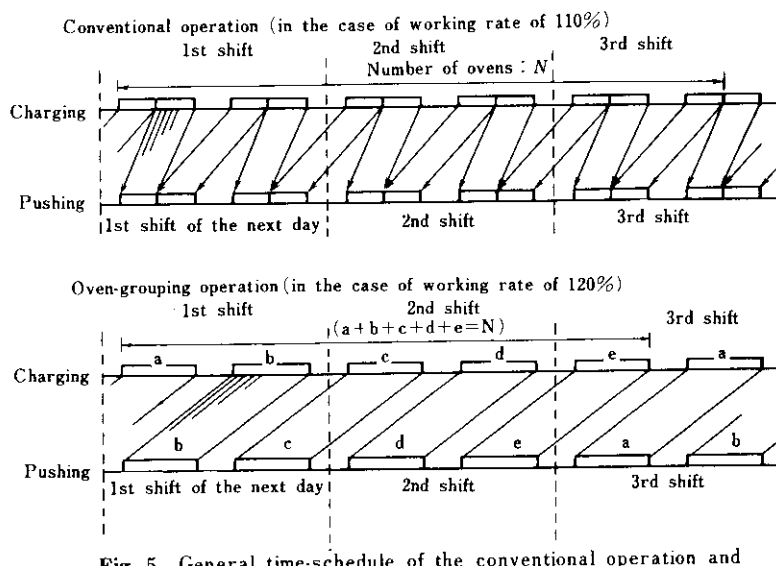


Fig. 5 General time-schedule of the conventional operation and oven-grouping operation

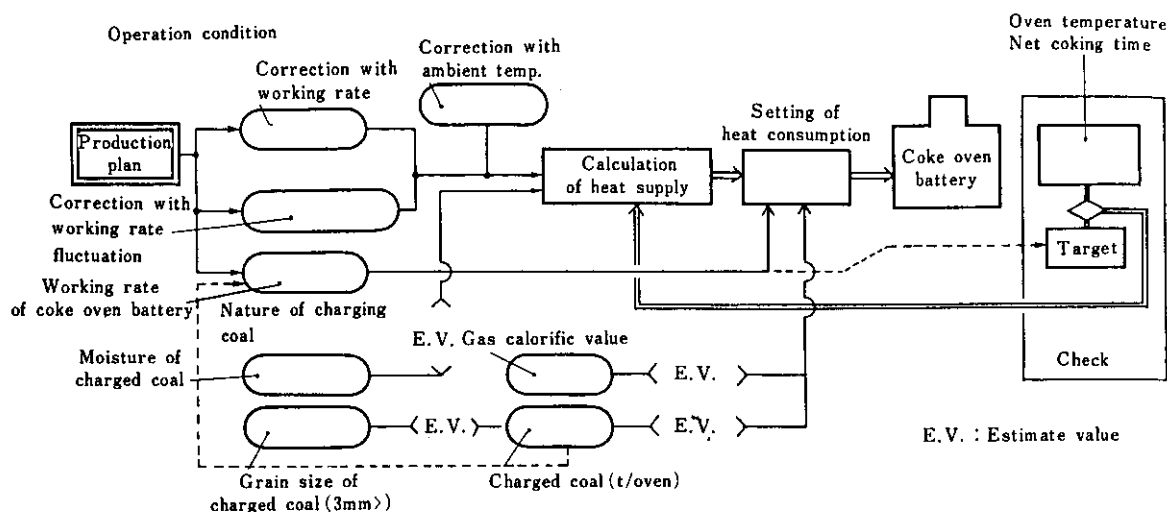


Fig. 6 Heat input control system to coke oven

気温補正の各値についてはマニュアルでインプットしている。また装入炭水分、ガスカロリー、装入炭粒度、および装入炭量については、推定値あるいは最新データ値を用いて設定を行っている。これらは今後、さらに精度を高める必要がある。これによる最近までの省エネルギー効果は、 $3 \sim 5 \times 10^3 \text{ kcal/t-coal}$ となっている。一方このシステムを効果的に運用するため炉温制御の精度向上、火落判定システムの開発を進めており、今後、一層効果を上げるものと期待される。

4. 焼結工場の省エネルギー

焼結工場は、粉鉱石と粉石灰石を溶融・凝固させ焼結鉱を製造する。当社では、高炉に装入する鉄源原料の約80%がこの焼結鉱であり、残りは塊鉱石（約15%）と購入ペット（約5%）からなっている。

焼結プロセスに要する熱源は配合コークスとその点火用の燃料ガスである。

その他のエネルギーとしては主排風機やクーラー・ファンなどの電力が大きなものであるが、最近では環境対策用の脱硫・脱硝プロセス用のエネルギーも大きなウエイトを占めるようになってきている。

Fig. 7 に千葉製鉄所の焼結工場の使用エネルギー

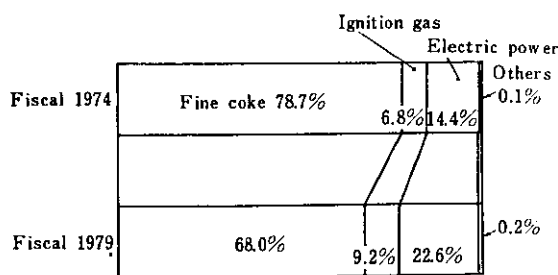


Fig. 7 Composition of consumption energy at sintering plant

の構成を、また、Fig. 8 にエネルギー原単位を示したが、省エネルギー努力の成果が大きいと同時に環境対策用エネルギーの増加も大きいことがわかる。

4.1 焼結工場のヒートバランス

千葉第4焼結工場のヒートバランスをFig. 9に一例として示す。

入熱中の約88%が粉コークスであり、点火炉用の燃焼ガスが約6%となっている。また、高炉の除塵器で捕集される高炉灰もリサイクルし、焼結原料として使用しているが、その中にコークスの粉が含まれておりこれも有力な熱源（約4%）となっている。

出熱の頃にはプロセス上必要な水分蒸発熱(18.2%)、石灰石分解熱(15.2%)のほかに、焼結鉱の

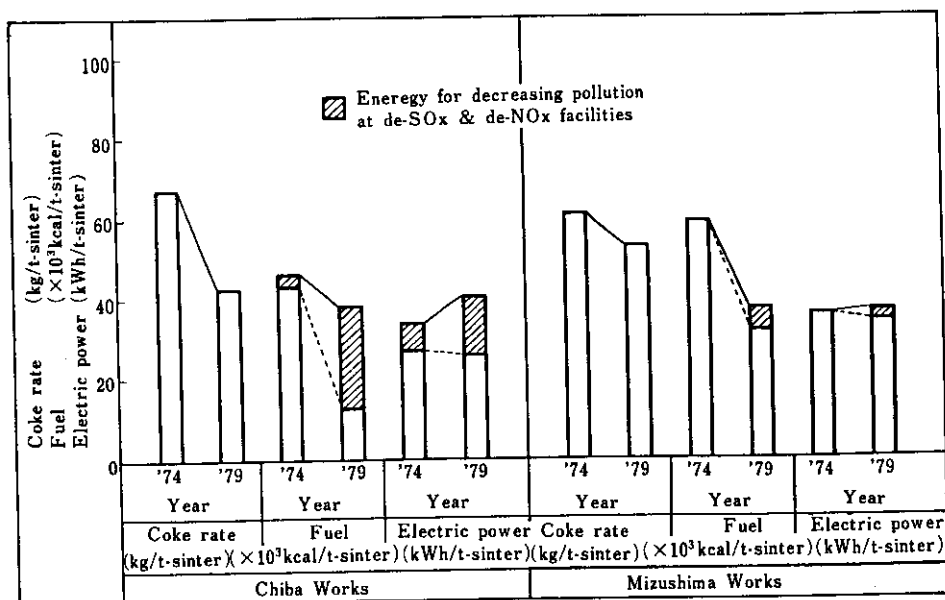


Fig. 8 Transition of unit energy consumption at sintering plants

顕熱 (28.2%), 焼成ガス排ガス潜顕熱 (31.8%), その他がある。

4.2 焼結工場の主な省エネルギー対策

焼結鉱の品質、性状を維持あるいは向上することを目指しながら、インプットエネルギーを削減するための努力がなされた。すなわち、コークス配合率の低減、点火炉用燃料の削減、主排風機などの電力削減、などがその主なものである。

次の段階は、徹底した排熱回収を目指すことであり、焼結鉱顕熱の回収（クーラー排ガス顕熱回収）の計画が進行中である。

4.2.1 コークス比の低減

コークス比の多寡は焼結鉱の性状・品質に深い関わりをもっている。したがって品質の劣化なしにコークス比の低減を行わなければならず、種々の操業努力を行ってきた。すなわち、焼結ベッドの通気性の改善のため凝似粒子化を促進し、高層厚化操業を実現し、品質改善、歩留向上を果しながら、コークス比の低減をはかってきた。その他粉コークスの粒度構成の適正化、転炉滓の再利用などきめ細かな対策を行い効果を奏してきた。

Fig. 10 にコークス比の推移を示す。

4.2.2 点火炉用燃料の低減

焼結ベッドコークスへの着火効率を上昇させるため、点火炉内の炉内圧制御の実施による正圧操業化、バーナーの改善などにより省エネルギー効果を上げてきている。

4.2.3 主排風機など電力原単位の削減

まず、排風量そのものを削減することが肝要であり、焼結機周りのシールの強化による漏風防止等を実施した。次いで、ブロワーの効率向上と効率的運転を進めている。

ブロワーの効率向上対策としては、ロータリーディフューザータイプブロワーへの変更や、操業条件（排風温度、圧力、容量）にマッチングした設備能力にするための羽根車寸法の変更、および最適負荷運転のために、各種回転数制御の導入などの改造を実施している。

一方、環境改善施設である脱硫、脱硝プラントの排風機等の電力が、焼結工場における電力原単位に大きなウェイトを占めるようになり、総電力原単位は増加傾向にある。

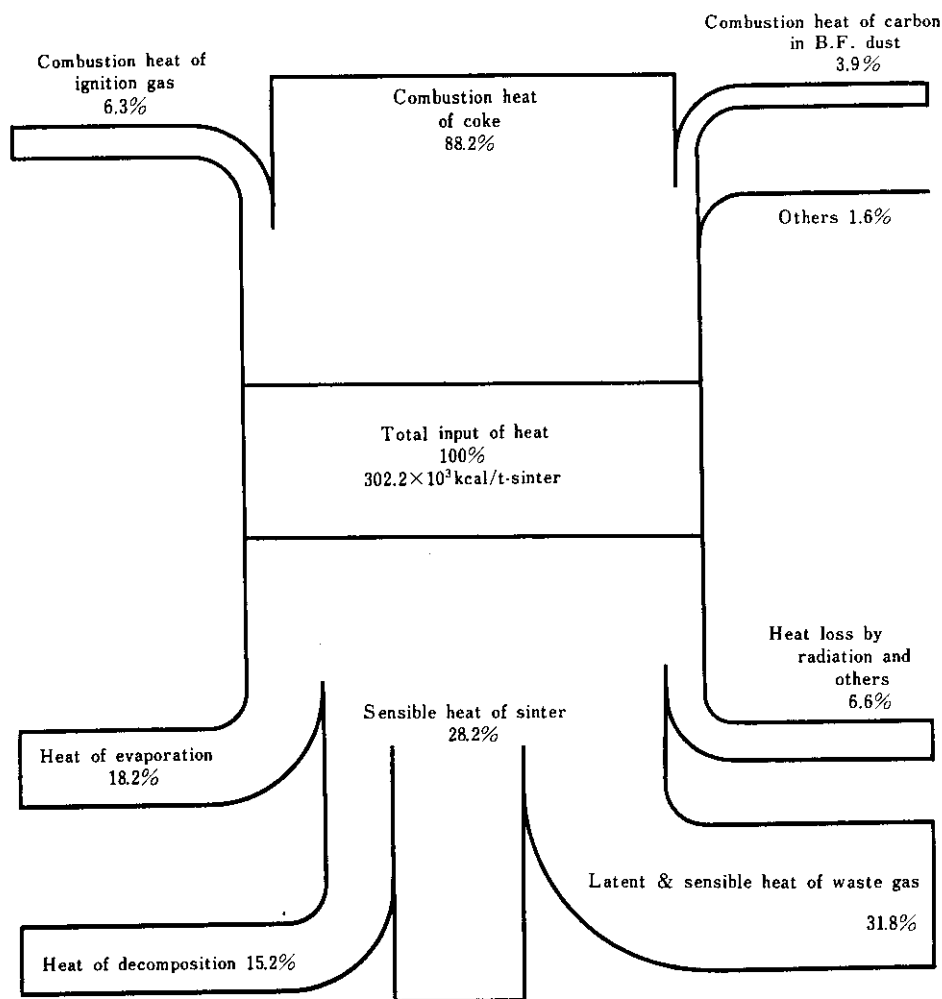


Fig. 9 An example of heat balance at sintering plant

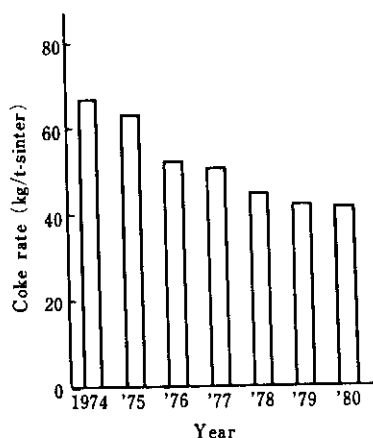


Fig. 10 Change of coke rate at sintering plant in Chiba Works

5. 高炉の省エネルギー

高炉は製鉄所のなかで最もエネルギー使用割合が高く、付帯する熱風炉および送風機のエネルギーを含めると製鉄所で消費する全エネルギーの約63%と大半を占める。(Fig. 1 参照) 以下に高炉工場のエネルギー使用状況と省エネルギー状況および製鉄所のエネルギー需給に対する高炉操業の影響力についての概要を述べる。

5.1 高炉のヒート・バランス

大型高炉のヒート・バランスの一例を Fig. 11 に示した。入熱の86.7%が高炉に装入されるコー

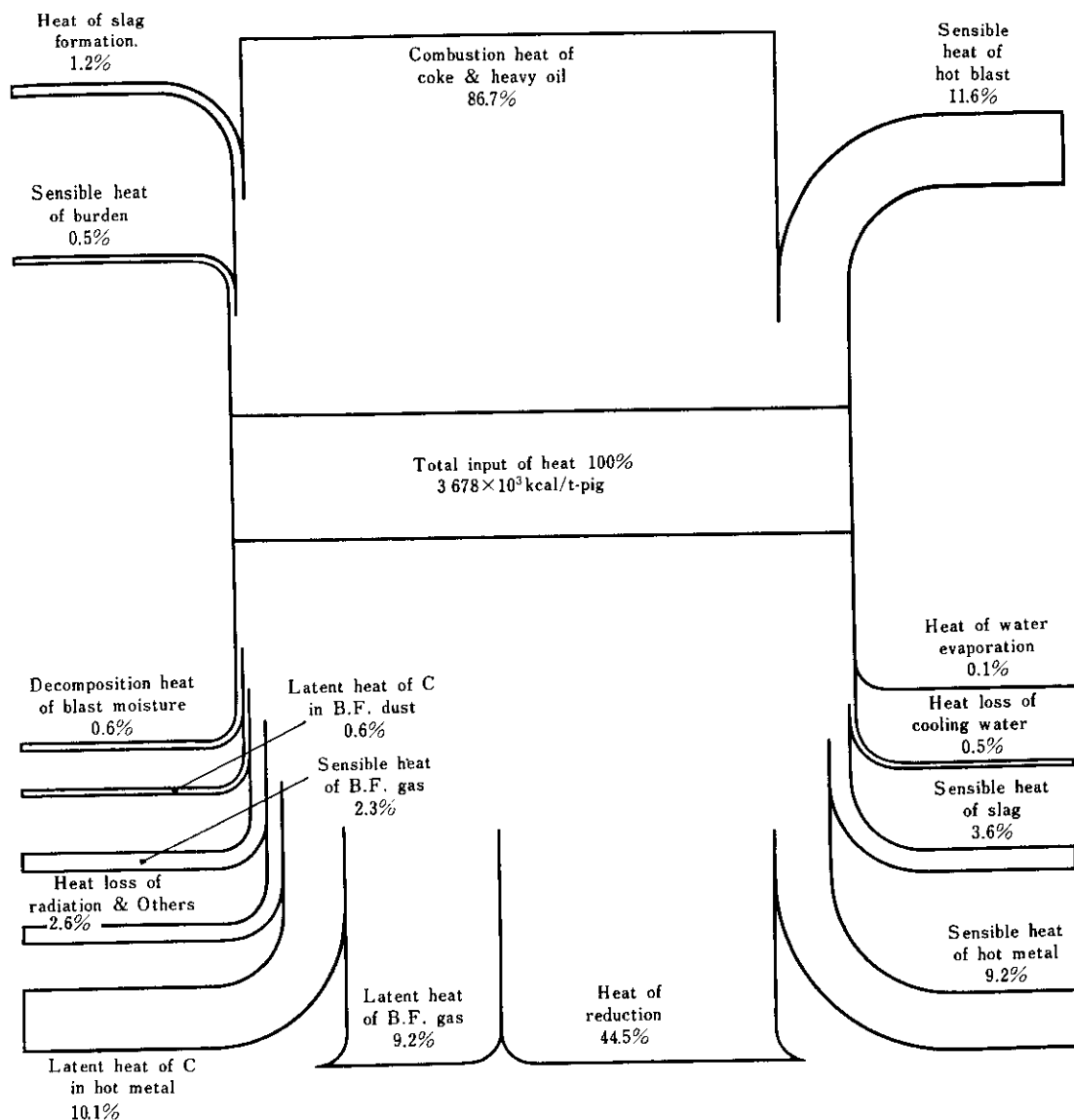


Fig. 11 An example of heat balance of No.6 blast furnace at Chiba Works

クスと送風羽根部から吹込まれる重油であり、これら鉄鉄トン当りの原単位 (kg) が燃料比と云われる。その他、熱風炉でBガスおよびCガスを燃焼し熱交換されて得られる熱風の顕熱が12%弱である。鉄鉄トン当りの入熱合計は $3700 \times 10^3 \text{ kcal}$ 程度であるが、このうち約45%が還元反応熱および分解熱などの反応に要する熱量である。出熱としては溶鉄顕熱と鉄中Cの潜熱とで約19%を占めるが、これは後工程の製鋼プロセスでの熱源とし

て有効に利用されている。Bガス潜熱は26%であり、これもBガスとして所内の燃料として活用されている。以上の出熱合計は90%に達するが、これは高炉プロセスの有効な熱量と考えると、プロセスとしては非常に高い効率をもつといえる。残り10%が現在排熱として損失しているものである(高炉灰は焼結原料として利用されている)が、熱量的には $370 \times 10^3 \text{ kcal/t-pig}$ と大きな熱量であり、製鉄所の購入エネルギーの6%強に達する。

これら損失熱をいかに少なくするか、あるいは別のエネルギー源として有効に回収するかが高炉工場の課題である。

5-2 高炉における主な省エネルギー対策

5-2-1 高炉燃料比の低減

高炉には鉄鉱石を還元・溶融するためのエネルギー源として、コークスが装入される。20年程前からそのコークスの一部を安価な重油に置換してきた。したがって、銑鉄トン当りのコークスと重油の使用量を加えたものを燃料比と呼び、高炉の歴史の中では一貫してこの燃料比の低減を追求してきたといえる。その方策として鉄鉱石の事前処理としての焼結鉱やペレットの使用、高温送風、炉頂圧高圧化および炉頂装入物分布の適正化などを実施し成果を上げてきた。

一方、重油の使用は当時相対的に高価な原料炭から製造されるコークスを安価な重油に代替させる目的であり、省エネルギーというよりもむしろコスト削減の観点から採用された技術である。

Table 2 に千葉第6高炉の最近のデータを示す。表中の a のデータは重油吹込操業での当時世界記録であり、b のデータはオールコークス操業での日本記録である。

近年の第一次、第二次石油ショック以来、重油の価格が高騰し、コークスよりも割高となってきたので、重油をカットし、オールコークス操業に移行している⁴⁾。しかも製鉄所内で使用するエネルギーも石油系エネルギーから、コークス炉で発生する C ガスや高炉で発生する B ガスすなわち石炭系エネルギーに変えた方がコスト上有利となっている。したがって石油系エネルギーを駆逐する範囲内ではコークス比低減よりむしろコークス比を上昇させて B ガス、C ガスの発生を増す方が有利であるというケースもあり得るようになってきている。このため、当社では製鉄所全体の複雑なエネルギー構造をモデル化し、各種購入エネルギー価格と生産計画に対応してエネルギーのトータル・コストを最小化するような高炉操業設計と各エネルギー使用計画とを求めるシステムの開発を行っている (Fig. 12 参照)。

Table 2 Operating results of Chiba No. 6 blast furnace

Period		a	b
		Mar. '80	May. '81
Production	(t/day)	10 310	8 238
Sinter + Pellets	(%)	96.7	87.3
Sinter	(%)	93.5	84.6
Pellets	(%)	3.2	2.7
Ore/Coke	(-)	4.20	3.59
Fuel rate	(kg/t-pig)	418.4	450.3
Coke rate	(kg/t-pig)	381.0	450.3
Oil rate	(kg/t-pig)	37.4	0
Blast temp.	(°C)	1 312	1 176
Blast volume	(Nm ³ /min)	6 894	5 814
Enriched oxygen	(Nm ³ /min)	0	0
Blast moisture	(g/Nm ³)	6.2	24.3
CO gas utilization ratio	(%)	54.3	53.2
Hot metal temp.	(°C)	1 492	1 485
[Si] in hot metal	(%)	0.23	0.27
σ(Si)	(%)	0.08	0.07
Slag volume	(kg/t-pig)	330	312
Coke ash	(%)	10.9	11.4
Heat loss of stove coolers (×10 ⁴ kcal/h)		421.9	353.3
Stock line	(m)	1.1~1.5	1.3~1.5
Tuyere failure		0	0

5-2-2 熱風炉熱効率向上

高炉の入熱の約 10% を占める熱風顕熱は、熱風炉で高炉送風を予熱することで得られる。10% といってもすでに述べたように高炉の使用エネルギーは非常に大きいことから、この熱風炉の効率を改善することは省エネルギー上大きな効果がある。熱風炉熱効率向上の方策として当社では、燃焼管理の向上、混冷弁閉操業、2 段燃焼法、排熱回収など実施してきている⁵⁾。Fig. 13 に熱風炉のヒートバランス例を参考迄に示した。

5-2-3 炉頂圧発電機の設置

生産性上昇のため、近年、高炉の炉頂圧の上昇は一般的となり当社でも全ての高炉で高圧操業を採用している。炉頂圧は水島第4高炉、千葉第6高炉の新鋭大型高炉では 2.5kgf/cm²・G までの耐圧仕様となっている。通常セプタム弁という圧力調節弁で炉頂圧を制御しているが、この弁の下流は 0.04~0.06kgf/cm²・G の低い圧力となっている。この間の圧力降下をエネルギーとして有効に

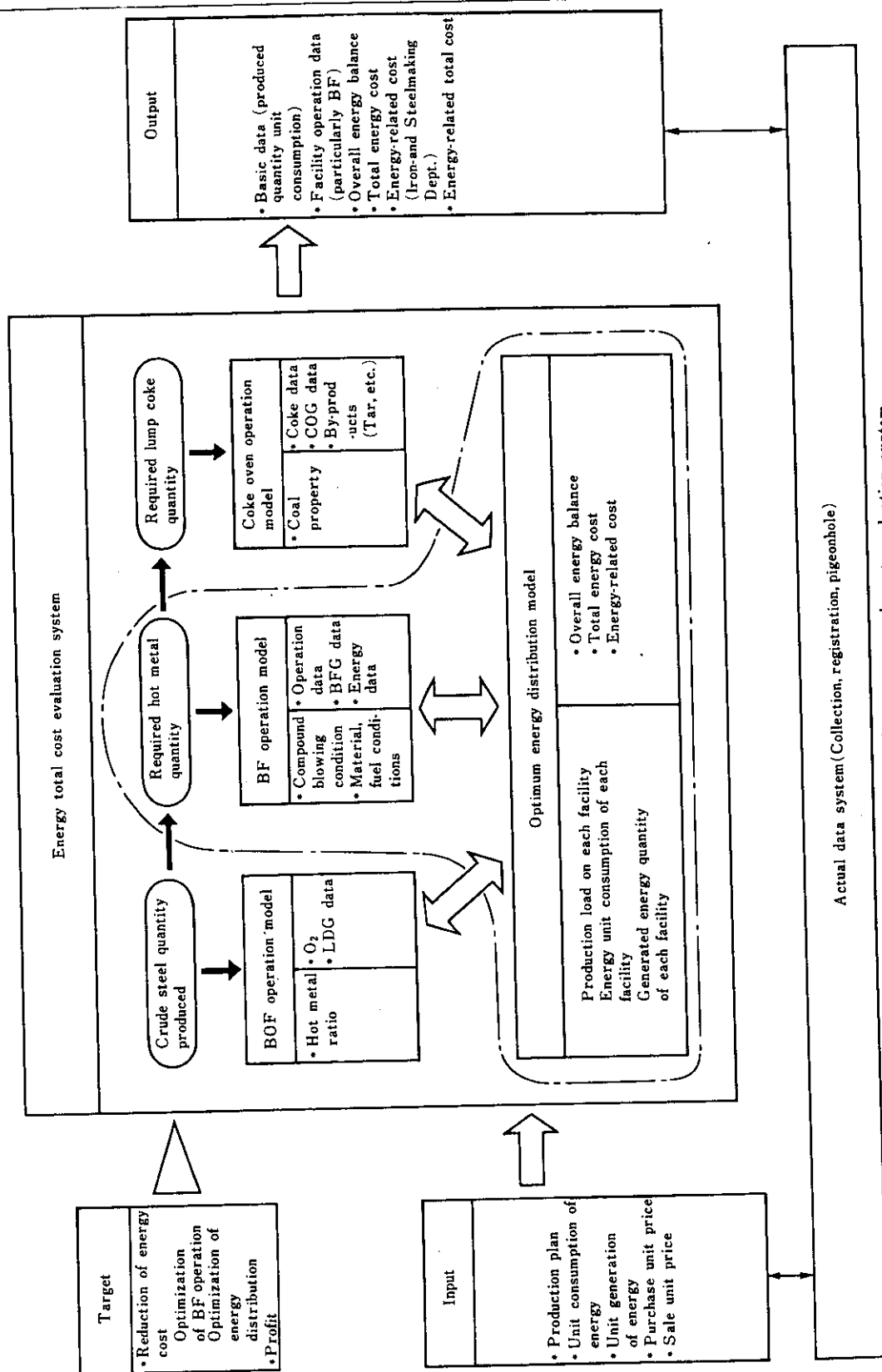


Fig. 12 Diagram of basic structure of the energy total cost evaluation system

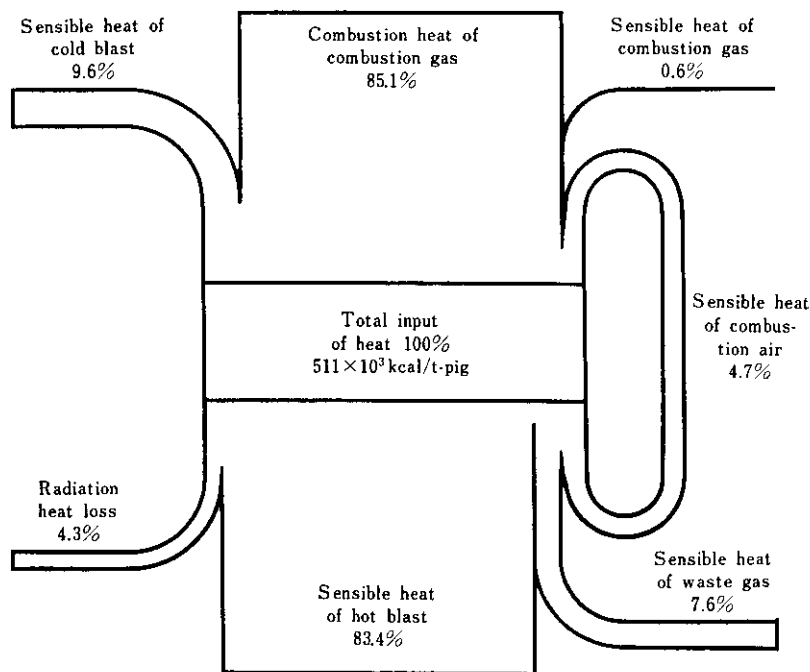


Fig. 13 An example of heat balance No.6 B.F. hot stove in Chiba Works

回収するため、タービンを設け発電機を廻し電力エネルギーを得ている。水島第2高炉で昭和49年11月に我が国で初めて採用され、各社でもかなり設置するに至っている。当社ではすでに6基の高炉に設置している (Table 3 参照)。当社で回収率の最大の千葉第6高炉では、送風機で使用する電力の約42%を回収する実績を得ている。

5-2-4 その他の省エネルギー対策

(1) 冷風管の保温

高炉への送風の圧力は、千葉第6高炉では4～5 kgf/cm²・Gにも達する。したがって送風機でこの衝風を発生させるとき、断熱圧縮の効果によって190～200℃程度の温度となる。一方この衝風

Table 3 Specification of gas turbine generators in Kawasaki Steel Corp.

Plant	Type	Unit	Inlet gas condition			Revolution (rpm)	Output (kW)
			Pressure (atg)	Temp. (°C)	Flow rate (Nm ³ /h)		
Chiba No. 5 BF (2 584m ³)	KSA-70 (Axial)	1	1.65	50	462×10 ³	3 000	9 200
Chiba No. 6 BF (4 500m ³)	GUBT-12 (Axial)	2	2.8	140	340×10 ³	3 000	12 000×2
Mizushima No. 1 BF (2 156m ³)	KSR-40 (Radial)	1	1.41	60	435×10 ³	2 500/1 800	7 500
Mizushima No. 2 BF (2 857m ³)	KSR-90 (Radial)	1	2.34	55	360×10 ³	1 800	8 700
Mizushima No. 3 BF (3 363m ³)	KSR-90 (Radial)	1	2.36	55	445×10 ³	1 800	9 500
Mizushima No. 4 BF (4 323m ³)	KSR-130 (Radial)	1	2.42	55	610×10 ³	1 800	13 000

Remark: Figures in parenthesis show inner volume of BF

を熱風炉で1100~1300℃の高温に予熱するが、送風機と熱風炉間での熱放散が少い方がよい。冷風管に断熱材をラギングしその熱損失を減少させている。当社では現在稼働中の6基の高炉のうち4基の高炉で冷風管保温を実施している。これにより $200 \times 10^9 \text{ kcal/年}$ のエネルギーロスを防止している。

(2) 送風羽口断熱リング

高炉の熱風の入口である送風羽口は銅製で、大量の水で冷却しその破損防止を行っている。熱風と接する送風羽口の内面にキャストブル耐火物のライニングを施すことにより、熱風の温度降下防止を行っている。当社では全高炉で実施しており、送風温度で約8.5℃の温度降下防止と推定されている。これは $40 \times 10^9 \text{ kcal/年}$ にも達する省エネルギーである。

(3) 溶鉄温度低下防止

高炉から出たばかりの溶鉄温度は1500~1550℃である。しかし、次工程である脱硫ステーションへ到達するときには、1350℃程度まで温度が低下する。

溶鉄温度は高い程脱硫ステーションでの脱硫率の向上に寄与し、また製鋼工程での熱源ともなっているのが有効である。溶鉄鍋(75t容量)のトーピード化(250~300t容量)、トーピードの廻転率の向上や断熱材のライニングあるいは高炉樋廻

りでの上部カバーの設置等を実施している。

(4) 鑄床集塵機の風量制御

近年環境改善のため鑄床の集塵の能力を非常に大きくしてきた。したがってこの排風機で消費される電力は大きく、その節電効果は省エネルギーとして、効果の大きなものとなってきた。

当社の大型の千葉第6高炉の例をとると集塵箇所は、出鉄口前の局所集塵4箇所、溶鉄、溶滓をトーピードあるいは鍋に受けるピットの位置に4箇所、樋廻り集塵4箇所、それに鑄床建屋集塵2箇所となる(合計40000Nm³/h)。これらの各設定風量を時々刻々演算し、ファンの運転台数制御と回転数制御で全風量を制御するとともに、各所のダンパー開度で適正風量配分を行っている。更には発塵の少い時風量を減じ電力の節約をはかるシステムも開発中である。

5-3 高炉における省エネルギー実績

これまで、高炉における各省エネルギー活動について述べてきたが、当社千葉製鉄所を例にして昭和49年度と55年度とのエネルギー使用実績をFig. 14に示した。

この6年間の省エネルギー効果は、約6.5%に達する。すなわち同製鉄所は年間 $2400 \times 10^9 \text{ kcal/年}$ (重油換算25万kl/年)の省エネルギーを行ってきた。

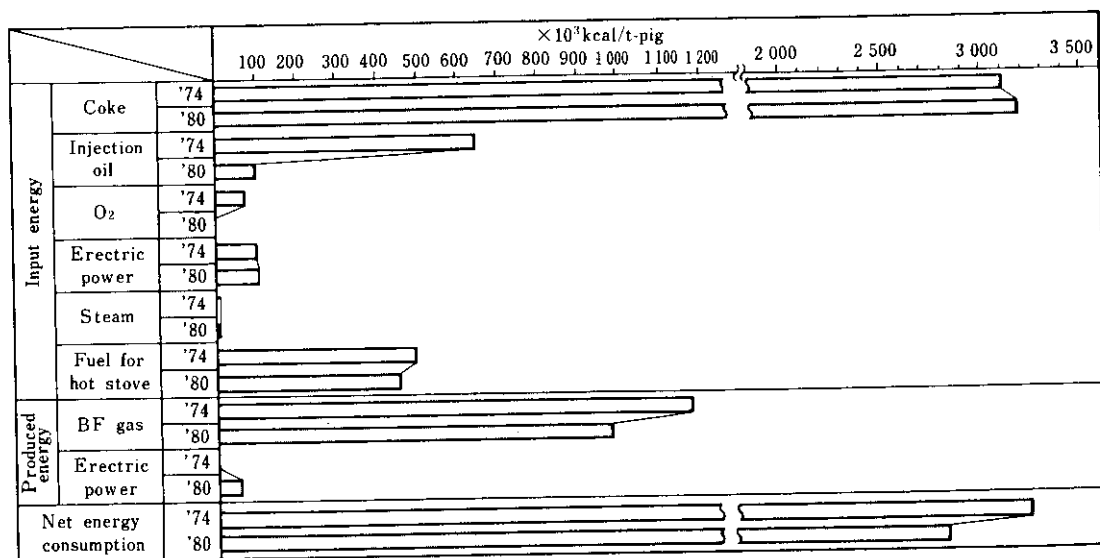


Fig. 14 Transition of unit energy consumption at blast furnaces in Chiba Works

6. 今後の課題

製鉄部門の主要工場であるコークス炉・焼結機・高炉（熱風炉を含む）は、いづれも高温を取扱うプロセスである。したがって現在損失となっている熱エネルギーをいかに効率よく回収するかが最大の課題である。

これらのプロセスから1000℃以上の高温で次工程に流されるものには、コークス炉からのコークス（1000～1100℃）、高炉からの溶鉄・溶滓（1500～1550℃）がある。コークスについては、顕熱回収設備としてのCDQが設けられ、今後更に普及するであろう。溶鉄顕熱は次工程の転炉など製鋼部門で有効に使われることから、むしろ高炉と転炉間の温度降下防止が省エネルギーの主題となる。トーチの効率よい運行管理や鑄床槌構造など今後大いに改善工夫される余地がある。溶滓については従来スラグ比低減の努力ははらわれたものの、積極的にその熱を利用するに至らなかった。しかし最近川崎重工（株）と当社との共同で顕熱回収設備を設け実用化に向け開発を進めている。これは今後製鉄部門で残された最大の省エネルギーテーマであり、技術も発展していくものと考えている。

1000℃以下のものの顕熱回収も、もしその絶

対量が大きくなれば省エネルギーの対象となる。CDQからのコークス（200～300℃）と焼結機クーラーからの焼結（200～300℃）の顕熱はほとんど使用されていない。これらは将来高炉への高温装入などで有効利用させるべきであろう。コークス炉副生ガスは600℃程度あるが、これも温度が高いことから何らかの回収がされて然るべきであろう。焼結クーラー排気の顕熱（200～400℃）回収は近年他社ですでに実用化されている。当社でも現在導入の検討を行っている。高炉の炉頂ガスは100～200℃である。回収の一つの方法として、乾式集塵器が住友金属工業（株）で開発され、小倉製鉄所第2高炉に設置されている。すなわち、従来ベンチュリー・スクラバー等で水冷されていたが、乾式集塵器の場合は冷却することなしにガス温度が高いままでフルにそのエネルギーを炉頂圧発電機で回収しようとするものであり注目に値する。このほか熱風炉の排ガス顕熱（200～350℃）についてはすでにその燃焼用空気の予熱に使用するのが一般化されている。ステーブなどの冷却水の排水は40℃位あり、この程度の低温のものは製鉄部門にはかなり多い。これら低温のエネルギーを何らかの方法で回収し、有効に利用することも将来の課題であり、高効率で経済的な回収技術の開発がまたれるところである。

参考文献

- 1) 東巖太：鉄鋼界，30（1980）9
- 2) S.Kobayashi：Kawasaki Steel Technical Report，（1981）2，43
- 3) 百合野ほか：川崎製鉄技報，13（1981）4，11
- 4) 早瀬ほか：川崎製鉄技報，13（1981）4，59
- 5) 谷口ほか：川崎製鉄技報，13（1981）4，91