

千葉コークス乾式消火(CDQ)設備の概要

First Coke Dry Quenching Plant at Chiba Works

高 橋 裕*

Yutaka Takahashi

百合野 貴之*

Takayuki Yurino

中 本 毅**

Takeshi Nakamoto

Synopsis:

The first CDQ plant by the use of inert gas instead of water, was installed at Chiba Works of Kawatetsu Chemical Industry Co., Ltd., a subsidiary of Kawasaki Steel Corporation, aiming at energy saving and improvement in coke quality. The plant consists of three sets of quenching tower, heat recovering boiler and gas circulating unit, and one hoisting unit.

The plant has been operating satisfactorily with a high 84% efficiency in heat recovery and a great improvement in the mechanical properties especially its mechanical strength of coke.

1. ま え が き

コークス炉から排出されたコークスは、約1000°Cの赤熱状態である。その消火方法としては、消火塔において散水消火する湿式方式と、閉回路を循環する不活性ガスでコークスを冷却し、赤熱コークスのもつ顕熱を蒸気として回収するCDQ法がある。

CDQの考え方は目新しいものではなく、すでに1920年代から世界各地で小規模ながら試みられていたが、操業が困難であることおよび設備費、保全費が高いという理由から一般には普及しな

かった。しかし、ソ連は従来設備の改良に努め、1965年にソ連式の設備を完成して実操業をスタートさせた。それ以来新鋭のコークス工場はCDQを採用する傾向にある。

我が国においても石油ショック以来エネルギーコストが急上昇するに及び、省エネルギーの面からCDQ技術を見直す気運が高まり、現在までに当社を含め3社が導入し9基が稼動中である。

当社のCDQ設備は、川崎製鉄㈱千葉製鉄所西工場の建設と時期を同じくして本工場敷地内にある川鉄化学㈱千葉工場のコークス炉に設置された。この設備はコークス処理能力56t/hの冷却塔3基

* 人事部付(課長待遇)川鉄化学㈱出向
〔昭和53年5月17日原稿受付〕

** 人事部付川鉄化学㈱出向

からなるソ連式の設備で、石川島播磨重工業(株)がソ連ライセンス公団から技術導入し建設したものである(Photo.1参照)。本設備は昭和52年1月に稼動を開始して以来順調な操業を継続しており、所期の目的であるエネルギー回収とコークスの品質向上を十分に果たしている。

以下に CDQ の設備概要、特徴および操業実績について報告する。

2. 設備概要

CDQ の全体組立図とプロセスフローシートを Fig. 1 に、レイアウトを Fig. 2 に示す。

コークス炉から排出される赤熱コークスは専用バケットに積載され、軌道上を巻上塔引込位置まで電車により移送される。引込装置により台車とともに巻上塔直下まで引込まれると、待機してい



Photo. 1 General view of CDQ plant

る巻上機によりバケットのみが巻上塔上部まで吊上げられる。

次に巻上機の走行によりバケットは密閉されたまま装入すべき冷却塔の上部に移送される。その

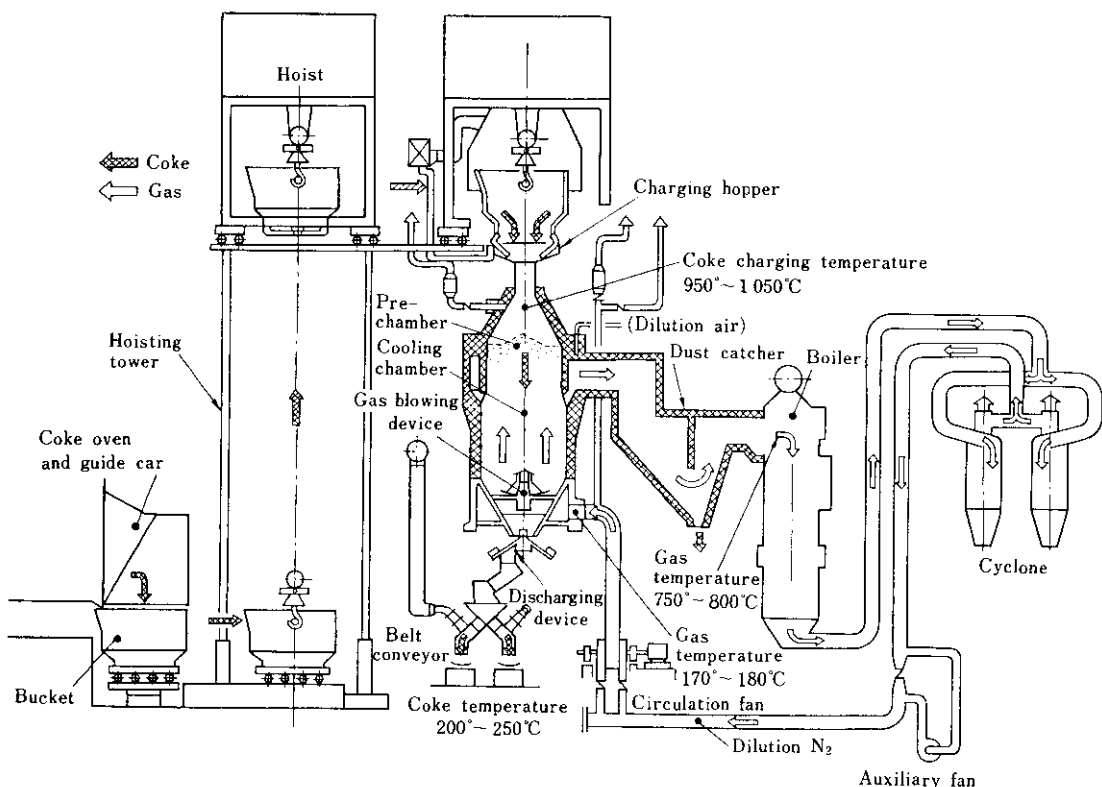


Fig. 1 General arrangement and process flow sheet

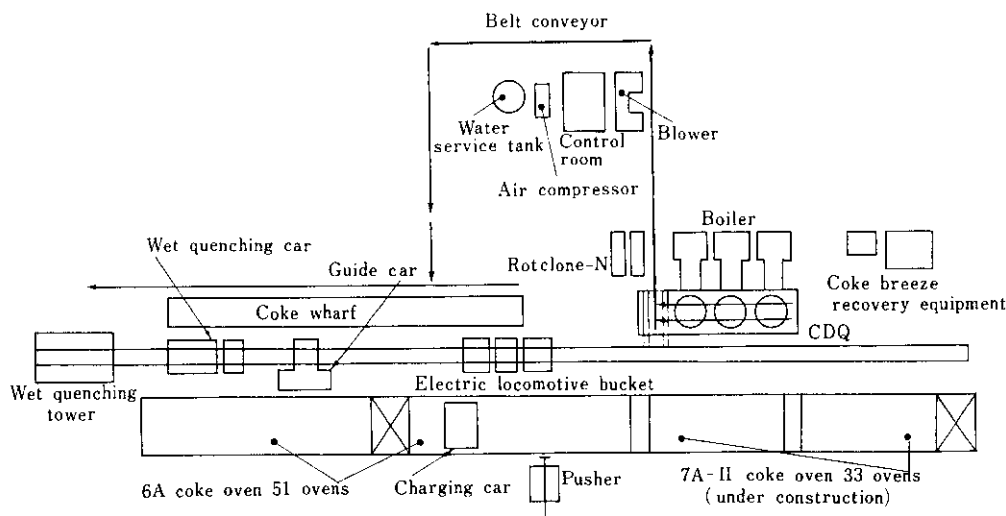


Fig. 2 Layout of CDQ and coke oven

間に巻上機と連動して冷却塔装入孔の上蓋がはずされ、装入ホッパーが装入孔にセットされるとともに集塵管が接続される。巻上機が冷却塔の上部で停止後、バケットが降されるとバケット底部のゲートが開き、赤熱コークスは冷却塔内へ装入される。

以上の一連の動きは、中央操作室のパネル盤とITVで監視されながらプログラム制御によりすべて自動的に行われる。

塔内に装入された赤熱コークスはプリチャンバー(予備室)からクーリングチャンバー(冷却室)へ順次降下して行き、ここで閉回路を循環する不活性ガスと対向流に接触し、冷却されながら下降を続ける。

コークスは2～3hで冷却塔最下部に到達し、約200℃に冷却されたのち排出される。コークスの排出は一対の切出ゲートと2重密閉式のホッパーおよび排出シュートからなる切出装置により行われ、切出ゲートが交互に開閉されることにより約1.7tずつのコークスがベルト上に排出される。

冷却塔下部より供給される循環ガスは分配装置を経て冷却塔内に導入され、冷却室を上昇しながら赤熱コークスと熱交換を行い、700℃～800℃の高温ガスとなる。そして冷却室最上部の円周壁に

配置された多数の斜孔から円環煙道を経て衝突型の粗除塵器に入り、粗粒ダストが除去された後ボイラーに送り込まれ、228℃の蒸気に熱交換され、170℃～180℃に冷却されたガスはサイクロンを経て細粒ダストが除かれた後、再び冷却塔に循環送風される。

除塵器とサイクロンで捕集された粉コークスは、各々の下部中間バンカーから吸引式ダスト気送方式により粉コークスビンに輸送される。

集塵装置は地上に湿式集塵装置(ロートクロンN型、2600Nm³/min×2基)を設置している。集塵は冷却塔上部と下部の2系統に分けられ、上部は赤熱コークスの巻上中、走行中、装入中の集塵を、下部はコークス排出部、ベルトコンベアーの集塵を行っている。下部は連続吸引が必要であるが、上部は前記工程のみ集塵するため、巻上機に連動させたダクトダンパーを自動開閉させることにより間けつ吸引をさせている。

主要設備仕様をTable 1に示す。

3. 設備の特徴

3・1 赤熱コークス運搬設備

Table 1 Specifications of CDQ (equipment)

No.6 coke oven	Number of ovens	51ovens×2batteries
	Dimensions	6706×15750×435mm
	Production ability	2730t/d
Cooling tower	Coke quenching ability	56t/h×3units
	Pre-chamber volume	120m ³
	Cooling chamber volume	250m ³
Boiler	Type	Single-drum water tube type
	Steam generation rate	30t/h (at 21kg/cm ² , 228°C)
Dust catcher	Primary unit	Baffle plate type 1 unit
	Secondary unit	Cyclone 2units
Gas circulating fan	Main fan capacity	90 000Nm ³ /h
	Auxiliary fan capacity	35 000Nm ³ /h
Coke bucket	Volume	104m ³
Electric locomotive	Tractive force	187t
	Speed	200m/min
Hoist	Lifting load	82.5t
Charging device	Type	Electric motor-driven link
Discharging device	Type	Hydraulically driven
Belt conveyor	Capacity	600t/h
Dust emission control device	Type	Roto-clone N type
	Capacity	2 600m ³ /min×2units

赤熱コークスをコークス炉から受入れるバケットおよびバケットを搭載する台車、それを牽引する電車(Photo.2参照)、センタリング装置、バケットを上部台車とともに巻上塔まで移送する引込装置および冷却塔までバケットを吊上げる巻上機(Photo.3参照)から構成されている。なおバケットと台車は2セット配備され、交互に赤熱コークスを運搬する。

赤熱コークス運搬設備は、高温重量物を高頻度でかつ無人運転で行うことから、その停止位置の信頼性をあげる必要がある。そのため巻上機に関しては、巻上停止用にモーター1台に対してロードトルクの145%ブレーキを2台設置し、走行用ブレーキにはネガティブブレーキをモーターごとに設置し、サイリスタ制御ユニットに予備を設け、さらには巻上用のモーター1台が故障しても実負荷の巻下げが可能となるように対策を講じている。



Photo.2 Electric locomotive and coke bucket

機械的にも各部に熱および粉塵対策がとられている。

装入装置はホッパーと炉蓋を同一走行架台上に設置し、一つの駆動装置によりリンク機構を介し

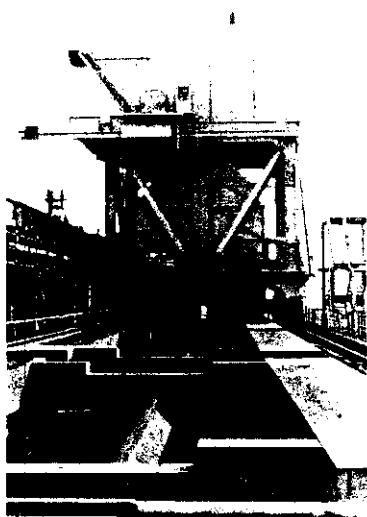


Photo. 3 Hoist for bucket

て駆動させる方式で、両者は装入孔にセットされた際に装入孔のリング状トラフ内のシール水によりガスシールされる。

3・2 冷却塔

冷却塔はプリチャンバーとクーリングチャンバーによって構成され、本体は粘土質耐火煉瓦で構築され周囲を鋼板で囲っている。

クーリングチャンバーとプリチャンバーとの境界部の円周壁にはガス抜き斜孔が32個配置され、斜孔の上部はプリチャンバーの外周にドーナツ状に構成された円環煙道に接続している。そして各斜孔の出口には開口調整用の煉瓦が配置されており、その開度を変更することによりクーリングチャンバー内のガス流の分布を調整し得る構造となっている。

一方、クーリングチャンバー下部には塔内にガスを均一に供給する装置が設けられている。主送風機により昇圧された冷却ガスは、まずコンクリートチャンバーと称するクーリングチャンバー下部の外周に配されたリングダクト内に入り、底部中央のブラストヘッドとコンクリートチャンバー上部の周囲吹込用のリング状隙間から塔内へ供給される。この中央部と周囲部からの供給ガス量を

調整することにより、クーリングチャンバー内のガス流の均一化を図ることができる。

プリチャンバーはソ連式 CDQ の最大の特徴といえるもので、この考案が CDQ の大型化と普及に大きく寄与した。

プリチャンバー内は循環ガスが通過しないのでガスによる直接冷却はなく、コークスは赤熱状態で貯留されるため次に挙げるような利点がある。

- (1) コークス切出量の設定により、一定量の赤熱コークスがクーリングチャンバーに供給され、クーリングチャンバー内には常に一定量のコークスが保有できることから、ボイラー入熱の安定化、すなわち安定した蒸気発生を得ることができる。
- (2) コークス炉操業において冷却塔への赤熱コークス供給が中断される場合にも、プリチャンバーからクーリングチャンバーへ赤熱コークスの供給が継続できるため、急激な発生蒸気量の減少を抑えることができる。
- (3) 点検、補修等により CDQ を数時間休止した後も、徐々に赤熱コークスを供給できるため、プロセスをスムーズに通常操業まで復帰することができる。
- (4) 赤熱コークスの温度が均一化される。
- (5) 熟熱効果によるコークスの品質向上が期待できる。

3・3 ガス循環設備

ガス循環系は、冷却塔から、除塵器、ボイラー、サイクロン、送風機と鋼製ダクトにより接続され、各要所にはベローズ形伸縮継手が配置されている。冷却塔からボイラー入口までは内部を耐火煉瓦で内張りし、ボイラーからサイクロン、送風機、冷却塔入口の間はロックウール被覆による保温が施されている。

除塵器は衝突慣性集塵方式を1基、サイクロンを並列2基各々配置し、ボイラーおよび送風機をダストから保護している。サイクロン内部には耐磨耗性を考慮してバサルトライナーの内張りが施されている。

送風機は粉塵摩耗に強いパドル形が採用され、主送風機と予備送風機が配置されている。予備送風機は、主送風機の故障時のバックアップと低風量運転に対処したものである。

循環系内の圧力およびガス成分を制御するために、プリチャンバーと冷却塔入口の2箇所にガス放散管を設けている。一方、円環煙道出口には希釈用空気導入口が、主送風機入口には希釈用 N_2 の吹込口が配置され、これらはすべてコントロール室より遠隔操作される。なお放散管にはパイロットバーナーを装備した燃焼室を設け、循環ガス中のダストを燃焼処理することにより、これが大気中に飛散するのを防止している。さらに外気の侵入と循環ガスの漏洩を防止するため、送風機軸受部と主要伸縮継手部分を加圧 N_2 ガスによりシールしている。

3.4 熱回収ボイラー設備

ボイラーは、ソ連における CDQ プラントの実績をもとに石川島播磨重工業㈱が独自に改良を加え設計したもので、その主な特徴は次のとおりである。

- (1) 単胴水管式で側壁は水冷管式全溶接構造とし、ガスのリークを防止するケーシング構造としている。
- (2) 吸熱量の多いボイラー本体内部の蒸発器は強制循環方式、吸熱量の少ない水冷壁の部分は自然循環方式とし、専用の非加熱降水管を設けて安定したボイラー水の循環を図っている。
- (3) CDQ 固有の循環ガスの性状、含塵量とその性状を考慮し、特にエロージョンを防止するため、ボイラー各部のガス流速が低くなるように伝熱面を配置している。
- (4) ボイラー本体をコンパクトにするため、蒸発器、節炭器にはスパイラルフィン付の管を使用しており、管の配置は碁盤目としてエロージョンを防止している。

3.5 冷コークス排出設備

コークス排出設備は冷却塔最下部に設置され、1対の切出ゲート、ファンネル、中間バンカーと上下部ゲート、排出ゲート、非常ゲートおよび払出ベルトコンベアーより構成されている (Photo. 4参照)。

冷却塔下部のコークス棚吊りを防止するため、コークスの切出しは対向した1対の切出しゲートを交互に作動させることにより行われる。

コークス排出に際しては、冷却塔下部が 200~300 mmAq のガス圧を有しているため、CO を含む循環ガスの噴出を防止する必要がある。そのためにファンネル下部に中間バンカーを配置し、その入口および出口ゲートは同時に開放しない機構とし、さらに上部ゲートを開く時に中間バンカー内に N_2 ガスを吹込むことにより、循環ガスの噴出を防止している。



Photo. 4 Discharging device

3.6 粉コークス回収設備

除塵器およびサイクロンにおいて捕集された粉コークスは、各器下部のロータリーバルブにより中間バンカーに排出される。ロータリーバルブ上部連絡管には常に一定量の粉コークスを保有させ、ガスシールの効果を上げている。そのためロータリーバルブは連絡管に取付けられたレベル計により自動運転される。さらに除塵器から回収される高温の粉コークスは、この連絡管を水冷することにより冷却される。

各中間バンカーに貯えられた粉コークスは、ハイドロベアーエキゾスターによって発生する真空気流を利用したニューマチックコンベアーで、粉コークス貯蔵ビンに定期的に輸送される。貯蔵ビンからトラックに粉コークスを排出する際のコークスの飛散を防止するために、排出装置は加湿方式のダストレスアンローダーを採用している。

3.7 集塵設備

CDQ の集塵は、赤熱コークスの移送および装入部と冷コークス排出部に大別され、各々上下部 2 本のメインダクトに吸引されている。

上部集塵は巻上塔を波板で囲み、これをフードとして吸引させるとともに、巻上機フードは特殊なダクト接続方式により、停止時はもちろん、走行時も連続吸引可能な方式が採用されている。装入時は装入ホッパーも集塵フードの役割を果たし、巻上機フードと装入ホッパーの 2 箇所から吸引されている。

下部集塵システムは、排出シュートならびに排出用ベルトコンベアーに全面装着された集塵フードの各排出部に吸引管を接続し、連続吸引する方法である。

4. 操業実績

4・1 操業経過

昭和52年1月17日、No.1 CDQに最初の赤熱コークスを装入、操業を開始し、ついで2週間間隔でNo.2, No.3 CDQをスタートし、3基による本格操業に入った。なおスタート前には約20日間の乾燥、予熱期間を置いた。

Table 2 に基本運転仕様と操業データを示す。

ボイラーの官庁検査を主目的として、CDQ の一斉点検を昭和52年秋に実施したが、点検結果はおおむね良好であった。補修を要した箇所は塔内煉瓦の一部剝離した部分の取替、サイクロンおよび排出装置のライナー張替、サイクロン鉄皮の摩耗部補修等が主なもので、ボイラーユニットには

異常は認められなかった。円環煙道内に配置された斜孔開口面積調整用煉瓦の脱落が事前に確認されていたので、この機会に形状変更し配列も改善した。

現在No.6コークス炉の生産コークス約2700t/dを全量処理しているが、これに見合う CDQ 1 基あたりの処理量は40t/hである。これは56t/hの設備能力に対してほぼ70%の稼働率である。

昭和52年11月末現在の累計コークス処理量は75万tを超え、千葉製鉄所第6高炉に全量装入されている。発生蒸気は所内の低圧蒸気需要量の約35%を供給し、省エネルギー設備としてその機能を十分に発揮している。

4・2 蒸気回収とその安定性

本設備は発生蒸気の圧力を制御する機構を有していないが、通常操業時の蒸気発生は量、圧力ともに安定しており、将来、高温、高圧蒸気として回収し、発電用に利用することも可能である。

蒸気発生 of 安定にはブリチャンバーの果たす役割が大きく、コークス切出量を一定に保持することが必要であるが、そのためにはブリチャンバーのレベル管理が重要な操業上の管理項目となる。コークス炉の排出状況のある程度予測して、ブリチャンバーレベルの管理限界内で操業し得るコークス切出量を設定、維持することが肝要である。

蒸気の発生原単位は、ソ連の実績である420～450kg/t-cokeをかなり上回っている。しかし、これは蒸気条件(圧力、温度等)、CDQ 操業方法、コークス炉操業条件によって変動するもので、特にコークス炉における乾留温度、乾留時間によって、赤熱コークスの温度に950～1150℃ ぐらい

Table 2 Specifications and operation data of CDQ (operation)

Item	Specifications	Operation data (average)
Coke through-put rate	52～56 t/h	40 t/h
Coke charging temperature	950°～1050℃	1100℃
Coke discharging temperature	200°～250℃	210℃
Gas temperature at boiler inlet	750°～800℃	750℃
Gas temperature at boiler outlet	170°～180℃	165℃
Circulating gas quantity ratio	Approx. 1500 Nm ³ /t-coke	1600 Nm ³ /t-coke
Steam production ratio	420～450 kg/t-coke	520 kg/t-coke

の変動があるので、これが CDQ 入熱の差となって現れる。さらに循環ガス中の CO、コークス中の残留揮発分および循環ガス中の粉コークスの燃焼等による発生熱も無視できない。

4.3 循環ガスの組成管理

スタート時の循環ガスは空気を使用するが、赤熱コークスを装入することにより空気中の O_2 がコークスの燃焼に消費され、 O_2 がほとんどない不活性ガスとなりそのまま循環使用される。しかし、通常操業に入り赤熱コークスの装入が連続して行われると、循環ガスの組成は赤熱コークスから発生する H_2 、CO により可燃成分が増加するため、これを抑える必要がある。

その方法としては、 N_2 を供給して希釈する方法と、循環系の高温部に空気を導入して可燃成分を燃焼させる方法がある。通常は容易に利用できる空気による方法が採られている。

空気導入による可燃成分の燃焼は、循環ガス組成管理に有効な方法であるが、 $2CO + O_2$ (空気) $\rightarrow 2CO_2$ 、 $CO_2 + C$ (赤熱コークス) $\rightarrow 2CO$ の反応によりコークスを燃焼させる結果となり、好ましいものではない。

Table 3 に循環ガス組成の実績を示す。

H_2 と CO の濃度が高いが、これは導入空気量を少なくしたためである。また通常操業時の O_2 濃度はほとんど零に近く、さらに比較的長時間の休転時

に、送風機を停止して冷却塔内をパンキング状態とすることがあるが、この間もガス成分の異常は認められない。このことは設備の気密性が高いことを証明しており、 O_2 濃度が増加しない限り操業上何ら問題とならない。

4.4 熱回収効率

CDQ の熱精算を Table 4 に示す。

入熱としては赤熱コークス顕熱が大部分を占めるが、その他にコークスの燃焼熱が 4.2% ある。これは導入空気によるコークスや揮発分の燃焼によるものである。出熱は、発生蒸気の保有熱のほかに、切出コークスの顕熱、炉体放散熱、放散ガス顕熱等がある。

計算の結果から、CDQ の熱回収率は 84.3% と

Table 3 Composition of circulating gas

Component	CO	18 ~ 20 %
	H_2	4 ~ 6 %
	CO_2	4 ~ 5 %
	O_2	0 %
	N_2	Balance
Dilution air volume rate		Approx. 800 Nm ³ /h
Sealing N_2 consumption rate		Approx. 200 Nm ³ /h

Table 4 Heat balance of CDQ

Input heat			Output heat		
Item	(10 ³ kcal/t-coke)	(%)	Item	(10 ³ kcal/t-coke)	(%)
Hot coke sensible heat	407.0	93.8	Cooled coke sensible heat	41.3	9.5
Supply water sensible heat	8.2	1.9	Breeze coke sensible heat	0.4	0.1
Air sensible heat	0.2	0.1	Recovered steam potential heat	365.7	84.3
Coke combustion heat	18.3	4.2	Boiler blow water sensible heat	1.6	0.4
			Waste gas sensible heat	3.1	0.7
			Surface loss	6.6	1.5
			Others	15.0	3.5
Total	433.7	100.0	Total	433.7	100.0

高く、コークス顕熱のほとんどは蒸気として回収されていることがわかる。

4・5 コークスの品質

ソ連での実績によると、乾式消火したコークスは湿式の場合と比べてその品質が改善されることが報告されている。しかし、これは理論上の裏付けに欠けるものもあるため、今後の研究課題でもあるが、現在まで当所で行ってきた品質比較試験の結果を報告する。Table 5 に試験結果一覧を示す。

(1) コークス水分

湿式法における平均値3.30%、標準偏差1.79%に対して、乾式法の場合は平均値0.21%、標準偏差0.15%であった。高炉操業においては、コークス装入量の安定という面からコークス水分の低位安定が望ましく、特に変動の少ないことが重視される。したがって、乾式法のコークスは高炉操業

の安定に大きく寄与するものと考えられる。

(2) コークスの機械的強度

ドラム強度 (DI_{15}^{30}) とタンブラー強度 (TI_6^{400}) はいずれも乾式コークスの方が高い値を示し、その差は DI_{15}^{30} で2.4、 TI_6^{400} で1.6となっている。しかし、これはコークス炉前における比較であり、高炉前における比較によれば、その差は DI_{15}^{30} で0.7、 TI_6^{400} で1.1と縮小している。その理由としては、コークス炉前においては乾式コークスがすでに CDQ 内においてスタビライズしているのに対し、湿式コークスにはそれがないため、コークス炉前から高炉前までの輸送過程においてスタビライズ作用を大きく受けることによると考えられる。乾式コークスの機械的強度が湿式に比較して高い理由としては、上記のスタビライズ作用のほかに CDQ 冷却塔内における熟熱効果、徐冷効果によりコークスの収縮応力が緩和され、内部亀裂、残留応力が減少することが考えられる。

Table 5 Quality comparisons between dry and wet coke

		Dry coke	Wet coke	Difference dry-wet			Dry coke	Wet coke	Difference dry-wet
Technical analysis (%)	Total moisture	0.21	3.30	-3.09	Drum index (DI^{30})	>50	46.53	27.18	19.35
	Ash	10.61	10.70	-0.09		>38	75.77	59.42	16.35
	Volatile matter	0.66	0.68	-0.02		>25	92.20	87.65	4.55
	Fixed carbon	88.73	88.62	0.11		>15	94.97	92.59	2.38
Total sulfur (%)		0.652	0.655	-0.003	Tumbler index (TI^{400})	>50	31.49	16.01	15.48
T. S. G.		1.955	1.924	0.001		>25	81.08	75.89	5.19
App. S. G.		0.951	0.940	0.011		>12.5	84.79	82.90	1.89
Porosity (%)		50.60	51.14	-0.54		>6	85.75	84.16	1.59
Reactivity		8.20	11.49	-3.29	Tumbler index (TI^{400})	>50	9.47	4.18	5.29
Coke size	(<mm)	>100mm	0.29	7.62		>25	62.12	57.67	4.45
		>75	9.07	28.54		>12.5	67.92	67.38	0.54
		>50	33.34	38.70		>6	68.77	68.73	0.04
		>25	49.12	22.85					
		<25	8.18	2.29					
	(mm)	MSS	48.57	67.54					

(3) コークス粒度

乾式コークスのコークス炉前における平均粒度は48.6mm、湿式の場合は67.5mmであり、乾式コークスは約19mm粒径が小さい。粒度分布からみると、乾式コークスは湿式よりも中央に集中し均一性が向上している。乾式コークスは、細粒化されているため粉率の増加が懸念されるが、コークスサイズ75mm以上が湿式コークスのそれに比べ減少していることから、コークカッターによる粉化は抑えられることも考えられ最終工程の高炉前における塊歩留りの変化については明確でなく、現在継続調査中である。

(4) 反 応 性

コークスの反応性は CO_2 に対する反応性すなわち $\text{CO}/(\text{CO}_2 + \text{CO})$ を言うが、湿式コークスの11.49に対して乾式コークスは8.20とかなり低い値を示している。この要因としては、乾式消火の場合の冷却塔内におけるコークス表面と CO_2 の反応が考えられるが、その他の要因についても調査中である。

(5) そ の 他

以上のほかに、工業分析、S含有量、比重、気

孔率等についても比較してみたが、特に顕著な差は認められなかった。さらに乾式コークスの利点として、粉塊の分離性が良く、塊コークスに付着して高炉に装入される粉コースの量が湿式コークスに比較して非常に少ないといえる。

以上のように、コークス品質の向上が認められることは高炉操業上にメリットが期待できるため、実操業の中で継続調査中である。これを明らかにすることがCDQを総合評価する際の重要な点であると考えられる。

5. ま と め

川鉄化学㈱千葉工場に初めて設置されたCDQ設備は、スタート当初に若干のトラブルが発生したものの、以後安定した操業を継続し、省エネルギー設備としてその機能を十分に発揮している。

今回は、CDQの設備と操業に関してその概要を報告したが、初めての設備であるため検討課題も多く、今後も調査を進めながらより安定した操業に努めるとともに、将来の増設を考慮してその大型化と効率向上に対処していく所存である。