

UDC 662.741.355 : 662.749.2

論 文

乾式消火コークスの品質向上要因*

美浦 義明**・原口 博***・西 徹***

古牧 育男****・小串 嘉宏****

Factors Influencing Properties of Dry Quenched Coke

Yoshiaki MIURA, Hiroshi HARAGUCHI, Tetsu NISHI

Ikuro KOMAKI, and Yoshihiro KOGUSHI

Synopsis:

In order to determine the factors responsible for the improved properties of coke quenched by the USSR type of dry quencher, study was made by conducting quenching and reheating-cooling tests on the coke produced in a 1/4 t-test oven and commercial ovens.

The tests showed that the following three factors are influential in property improvement while heat preservation in a pre-chamber is not related with property improvement:

- 1) As to chemical effect, unlike in wet quenching, water gas reaction does not occur in dry quenching, resulting in improvement of surface properties of coke.
- 2) As to heat effect, dry quenching lessens residual stress in coke lumps, resulting in improvement of internal properties of the coke.
- 3) As to mechanical abrasion effect, the structure of dry quencher serves to remove fragile parts from the coke.

Internal structure models of both dry-quenched and wet-quenched coke are illustrated in the paper.

1. 緒 言

昨今のコークス炉を取り巻くきびしい環境規制と、オイルショックを契機として高まってきた省エネルギーに対する気運をうけて、八幡製鉄所戸畑第2コークス炉へ乾式消火設備（以下 CDQ 設備と略記する）が設置された。本設備は、わが国における CDQ 設備の1号機として、テストプラント（公称 56 t/h）ではあるが昭和 51 年 2 月 2 日稼動を開始し、以後順調な運転を続けている^{1)~3)}。

本設備は、ソ連（Licensintorg 公団）からの導入技術であるが、現在では日本鋼管（扇島, 70 t/h 5 基, 昭和 51 年 9 月⁴⁾、川崎製鉄（千葉, 56 t/h 3 基, 昭和 52 年 1 月⁵⁾）でも稼動しており、とくにソ連においては約 50 基、年間 20 Mt のコークスを処理し⁶⁾、今後世界的に普及する気運にあるといえよう。

CDQ 設備の設置目的は、赤熱コークスの顕熱回収および環境改善であるが、処理コークスの品質が向上する

ことが知られており、戸畑コークス工場についても確認されている²⁾³⁾。ソ連では、品質について検討した報告も多く見られる^{7)~11)}が、いずれも品質向上の本質的要因に関する検討は不十分である。そこで本報告では、湿式消火および乾式消火（以下 WQ および DQ と略記する）によるコークスの性状を比較するとともに、基礎実験を行い CDQ コークスの品質向上に関する本質的要因について検討した結果をのべる。

2. 実験方針および方法

2.1 CDQ コークスの品質に及ぼす要因の考え方

CDQ コークスの品質は、戸畑コークス工場の結果³⁾によれば、同一原料炭配合、同一乾留条件のもとで従来の湿式消火コークスに比べ

- 1) 粒度分布は、より整粒状態になる。
- 2) 冷間強度は上昇 ($4DI_{150}^{150} \approx 2$, $DI_{550}^{550} \approx 5$)
- 3) 反応後強度は上昇（小型反応後強度で約 2%）
- 4) 気孔率は約 1% 低下

* 昭和 52 年 10 月本会講演大会にて発表 昭和 54 年 7 月 2 日受付 (Received July 2, 1979)

** 新日本製鉄(株)生産技術研究所 工博 (Process Technology R & D Laboratories, Nippon Steel Corp., 1-1-1 Edamitsu-cho Yawatahigashi-ku Kitakyushu 805)

*** 新日本製鉄(株)生産技術研究所 (Process Technology R & D Laboratories, Nippon Steel Corp.)

**** 新日本製鉄(株)八幡製鉄所 (Yawata Works, Nippon Steel Corp.)

Table 1. Blending ratio of coal charge used* (%).

Hard coking coal				Good caking coal	Soft coking coal	Slightly caking coal	Anthracite
American	Australian	Canadian	Russian	Domestic	Australian		
6	18	11	6	23	21	12	3

* Sampled at Tobata coke plant, NSC

など、冷間および熱間性状とも改善されている。そこでこれらの品質向上に及ぼす主要因を、CDQ 設備の構造、機能、操業方法などから考え、つぎのように考えた。すなわち

- 1) 乾式徐冷（注水しないことによる効果）
- 2) 機械的摩耗（CDQ 設備内を降下中の摩耗効果）
- 3) Pre-chamber* 内の保熱（赤熱コークス塊の温度の均一化による効果）

また以上の直接要因のほかに、間接要因として

- 4) 石炭配合（装入炭配合構成、装入炭品質水準による効果）
- 5) コークス製造条件（装入炭事前処理、乾留条件などの効果）

が考えられるが、本報では主として直接要因について検討した。実験に際しては、できるだけ上述の各要因の効果を分離しうるよう考慮した。

2.2 1/4t 試験用コークス炉を用いる実験

同一配合、同一乾留条件下で WQ, DQ 両消火条件の影響を比較するため、1/4 t 試験用コークス炉でコークスを製造した。主な条件はつぎのとおりである。

1) 装入炭：戸畑コークス工場（成型炭配合実施）の装入炭（Table 1）を使用した。この装入炭（粉炭）の一部に、結合剤として軟ピッチ 6.5% を添加して製造した成型炭（ラショナル型 27 cc）を 30%（または 50%）配合した。また比較のため粉炭のみを装入炭として使用した。

2) 乾留条件：1/4 t 試験炉（炉幅 400 mm，炉長 1 200 mm，炉高 1 000 mm），装入炭水分 4～8%，装入密度 0.83 t/m³（粉炭の場合 0.65～0.77 t/m³），フリー温度 1 250°C，置時間 炭中温度 950°C より 3 h。

3) 消火方法：焼成コークスの半量を、水道水を注水して冷却し WQ コークスとした。残り半量を鉄板製の箱へ入れ、N₂ ガスを通じながら冷却（3～3.5 h）し DQ コークスとした。

2.3 コークスの性状試験

2.3.1 試料調製および一般性状試験

1/4 t 試験炉で焼成したコークスおよび必要により採取した実炉コークス（WQ および CDQ）について、常法にしたがって各種の性状を調査した。この場合、試験炉コークスについては消火直後のコークスのほかに、消火直後のコークスを シャッター試験法¹²⁾ にしたがって 10 回落下処理したのち、塊（+25 mm）と粉（-6 mm）に分離したもの、および一部の試料についてはマイカム試験法¹³⁾ にしたがって処理したのち、塊（+25 mm）と粉（-6 mm）に分離したものについても試験した。

測定した性状項目は、工業分析¹⁴⁾、粒度¹²⁾、ドラム強度¹²⁾、シャッター強度¹²⁾、反応性¹²⁾、CO₂ 反応後強度（塊状試料を用いる方法¹⁵⁾—大型反応後強度 RDI₅₀⁵⁰ と略記する—および中粒試料を用いる方法¹⁶⁾—小型反応後強度 CSR** と略記する）である。またドラム強度については、DI₅₀⁵⁰ を摩耗強度、DI₅₀⁵⁰ を塊の割れやすさを判定する指数という意味で潰裂強度と定義することにした。

2.3.2 走査型電子顕微鏡による表面観察

WQ コークスの場合、赤熱コークスへの注水によりコークス表層部で水性ガス化反応が起こることが予想されたので、走査型電子顕微鏡（以下 SEM と略記）により表層部を観察した。

2.4 コークスの再加熱—冷却実験

実炉コークス および 1/4 t 試験炉 コークスにおいては、試料粒度が任意であり、また消火条件の影響は試料の粒度構成によつて変化することが予想された。そこで、純粋に粒度構成を揃えた試料について冷却方法の影響を調べた。

実炉 CDQ コークス*** を用い、カッター後におけるその粒度構成を基準にして 25～50 mm 30% + 50～75 mm 70% の試料を調製し、200×470×660 mm のステンレス製箱へ充填して（充填量約 29 kg）N₂ 雰囲気中、電気炉により加熱した。Fig. 1 に示すヒートパターンで加熱

* CDQ 設備はシャフト型であり、上部より赤熱コークスを供給するが副生蒸気の安定供給をはかるためのバッファビンとして Pre-chamber が設けられている。ここでは、装入コークスの温度の均一化が行われ冷却は行われない。

** Coke Strength after CO₂ Reaction

*** 実炉 CDQ コークスは、WQ コークスのように消火時の急冷衝撃を受けていないため、コークス塊内に亀裂や残留応力が少ないと考えた。

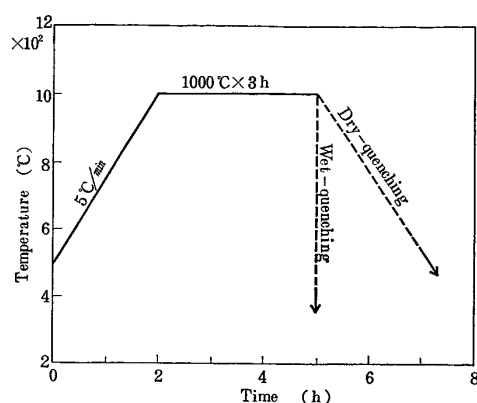
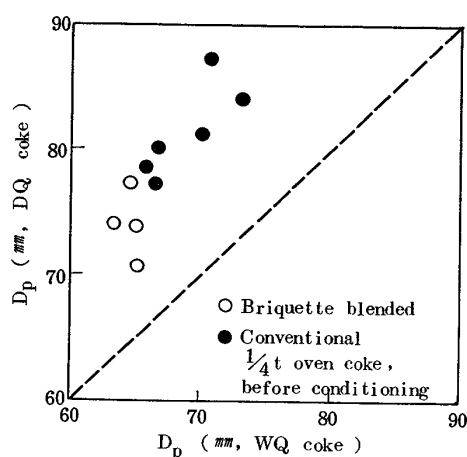


Fig. 1. Heating pattern in reheating-cooling test.

Fig. 2. Comparison of average coke size (D_p) between DQ and WQ coke.

後、WQ の場合は試料を取出し水道水を注水して消火した。DQ の場合は、電気炉より箱を取出し N_2 を流しながら 200°C 以下になるまで冷却した。以上のように処理したコークスを、前述の場合に準じ各種の性状試験を行った。

3. 結果ならびに考察

3.1 乾式徐冷の効果

まず CDQ コークスが注水をうけない、すなわち乾式徐冷という消火方法のみの効果を明らかにするため、WQ および DQ 両コークスの性状を比較した。

3.1.1 粒度

$1/4$ t 試験炉で製造した WQ および DQ コークスの消火直後における平均粒度を Fig. 2 へ示した。この結果から、粒度は DQ コークスの方が大きいことがわかる。試料粒度をそろえた場合の消火実験の結果を Table 2 に示したが、同様に DQ コークスの方が大きい。すなわち、DQ コークスは注水急冷による熱衝撃をうけないので、冷却過程でコークス塊内に発生する熱応力が少

Table 2. Comparison of coke size distribution between DQ and WQ coke in reheating-cooling test.

No.	Sample	Size distribution (%) ($n=3$)		
		mm 75~50	mm 50~25	mm <25
1	Original	70.0	30.0	0
2	After dry quench	67.2	32.4	0.4
3	After wet quench	63.9	35.9	0.2

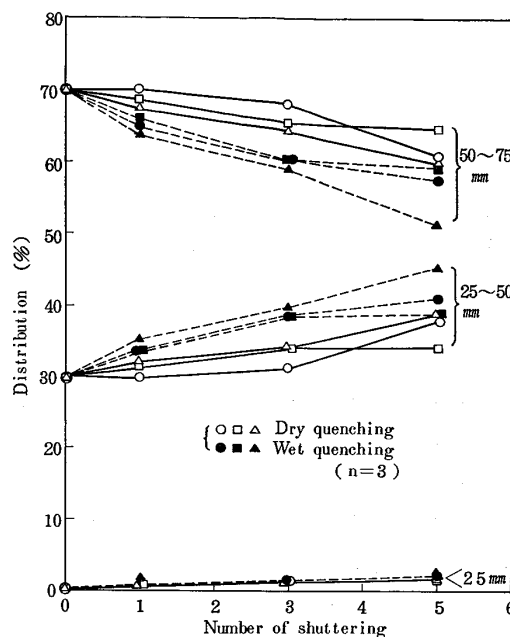


Fig. 3. Comparison of coke size distribution accompanying by shattering between DQ and WQ coke in reheating-cooling test.

ないため粒度が大きいのと推定される。

3.1.2 強度

実用上の観点からシャッター強度、摩耗強度および潰裂強度の3種について検討した。

(1) シャッター強度

JIS の規定では、落下を4回くりかえし 50 mm または 25 mm 以上の歩留りで示すことになっている¹⁰⁾が、ここでは、コークス塊内の残留応力やき裂の状態に差があれば、落下処理後のコークスの粒度分布に差が現われ、また乾式徐冷により残留応力やき裂は減少するとの仮定のもとに検討したので、落下回数と粒度変化の関係を追跡した。

まず、試料粒度をそろえて試験した場合の結果を Fig. 3 に示した。この図から、DQ コークスは落下回数の増加とともに 50~75 mm の大塊の減少および 25~50 mm の中塊の増加が、WQ コークスの場合に比べて明らかに小さい。すなわちシャッター強度は大きいことがわか

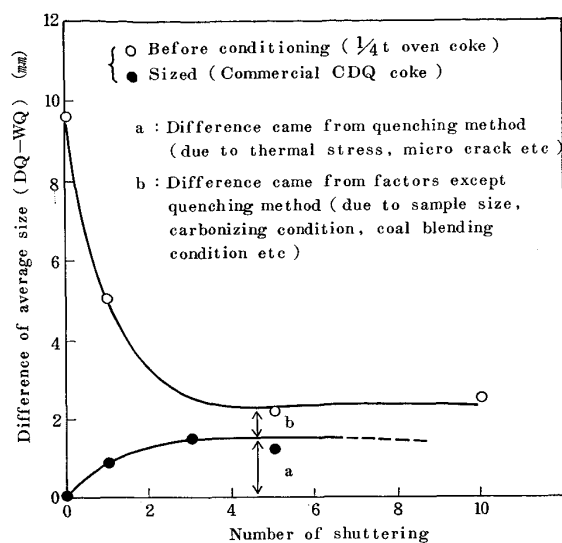


Fig. 4. Change of difference of average coke size accompanying by shattering.

る。また両コークスとも、 <25 mm の小塊ないし粉の発生量が非常に小さいことからみて、落下による粒度変化は、消火時に生成したき裂や熱応力に起因する体積破壊であることが推定される。

このように落下処理後の粒度分布に差が認められたので、さきにのべたようにコークス塊内の残留応力やき裂の寄与率すなわち、純粋に乾式消火のみの効果を分離して調べるため Fig. 4 に示すような検討を行った。Fig. 4 は、縦軸に DQ および WQ コークスそれぞれの平均粒度の差をとり、この値が横軸に示した落下回数とともにどのように変化するかを、 $1/4$ t 試験炉コークス (粒度任意) および粒度をそろえたコークス (Fig. 3, 実炉 CDQ コークス) についてプロットしたものである。この結果からわかるように、落下回数 5 回以上では両試料における平均粒度の差はほぼ一定値を示している。また $1/4$ t 試験炉コークスで実測された効果は (a+b) で表され、このうち残留応力、き裂などの減少に基づく効果 (すなわち乾式徐冷の効果, a) 以外に、直接消火条件に関係しない間接要因 (試料粒度, 乾留条件, 原料配合など) に基づく効果 (b) も存在することがわかる。しかし乾式徐冷の効果 (a) の方が大きい。

(2) 摩耗強度 (DI_{15}^{150}) および潰裂強度 (DI_{50}^{150})

Fig. 5 および Fig. 6 に $1/4$ t 試験炉コークスの場合の結果を、また試料粒度をそろえた場合の試験結果を Table 3 に示した。これらの結果が示しているように、摩耗強度については消火方法の影響はほとんど認められないが、潰裂強度については DQ コークスは WQ コークスよりも大きい。これは耐摩耗性は、コークス炭素の質の影響が大きいといわれており¹⁷⁾、乾式消火によつて

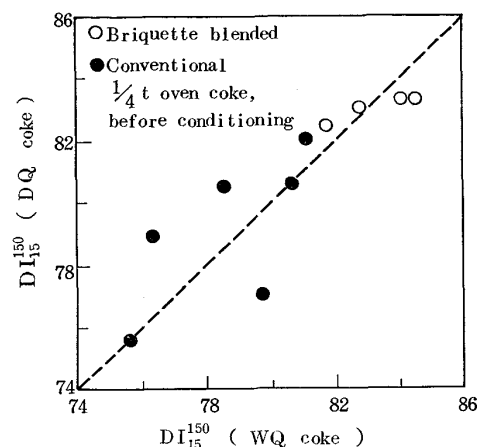


Fig. 5. Comparison of DI_{15}^{150} index between DQ and WQ coke.

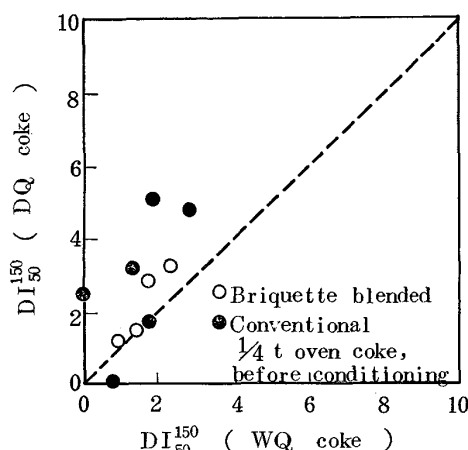


Fig. 6. Comparison of DI_{50}^{150} index between DQ and WQ coke.

Table 3. Comparison of DI_{15}^{150} and DI_{50}^{150} indices between DQ and WQ coke in reheating-cooling test.

No.	Sample	DI_{15}^{150} ($n=3$)	DI_{50}^{150} ($n=3$)
1	Original	84.5	18.3
2	After dry quench	84.4	18.8
3	After wet quench	84.3	14.1

炭素自身の質が、摩耗強度へ影響するほどの変化を示さなかったものと考えられる。ちなみに X 線回折により黒鉛化度を測定したが、両試料間でほとんど差は認められなかった。また潰裂強度については、すでにのべたように乾式徐冷により塊コークス中の残留応力やき裂が減少したためとみなされる。

3.1.3 反応性および反応後強度

(1) 反応性 (JIS 法)

JIS 法による反応性の測定結果を Fig. 7 にまとめて

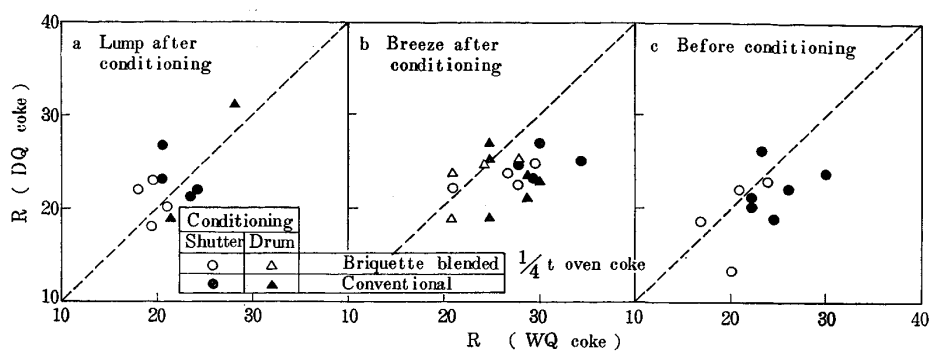


Fig. 7. Comparison of reactivity index (R, JIS method-AG) between DQ and WQ coke.

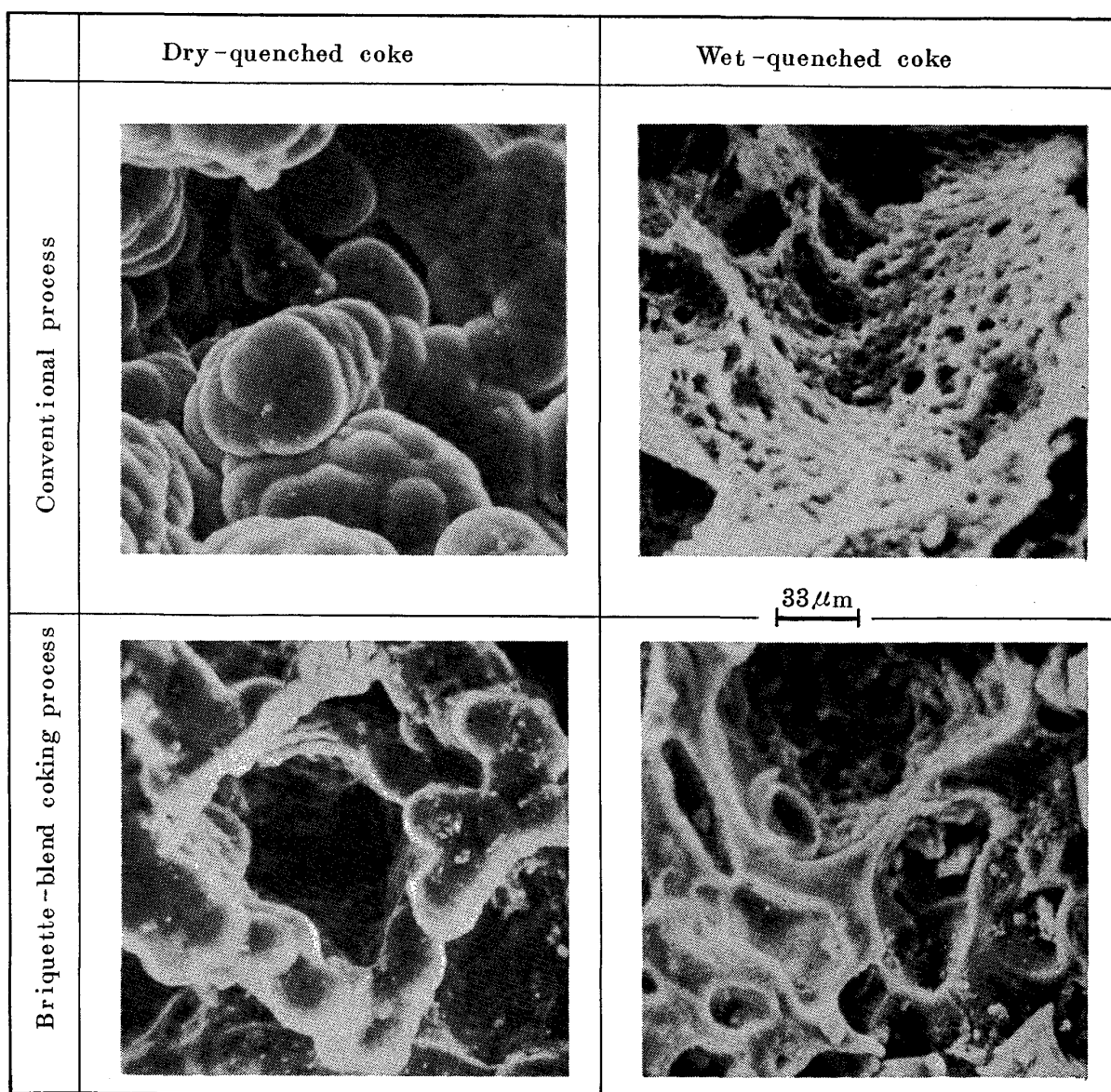


Photo. 1. Scanning electron micrographs of surface of lump coke (1/4 t oven coke).

示した。試料は、シャッターまたはマイカムドラム処理後の塊および粉、および未処理平均試料について、それ

ぞれ DQ および WQ コークスを比較した。ばらつきは多少大きい、つぎのようなことがわかる。すなわち、

粉 (Fig. 7b) の場合は DQ コークスに比べ WQ コークスの反応性がやや高くなっているが、塊 (Fig. 7a) では差は認められない。平均試料では、粉の部分の影響を受けて WQ コークスの方がわずかに大きい傾向を示している。ここで、Fig. 7b に示した粉には、シャッター処理粉 (焼成コークスケーキの脆弱な部分が主体) およびマイカムドラム粉 (塊コークスの表層部摩耗粉が主体) を含んでいるが、Fig. 7b の結果から両者は反応性については、ほぼ同等の性質をもっていると考えられる。

脆弱部コークスは、スポンジコークスなどを主体としており焼成温度が低いなどの条件により反応性が高いものとみなされる。また表層部試料については、注水冷却時における水性ガス化反応が考えられる。これを確かめるため、塊表層部を SEM で観察した結果を Photo. 1 に示した。この写真にみられるように、WQ コークスの表層部は水性ガス化反応により多孔質化して劣化しており、そのため反応性が高くなったものと考えられる。成型炭配合コークスの場合は、コークスが緻密化しているので多少状況異なるが、相対的傾向は粉炭装入の場合と同様である。一方、DQ コークスの表層部には球状組織がみられるが、この成因については、石炭の乾留過程で生成した一次タール蒸気が、すでに生成しているコークス層のき裂面などを通過する際、表面に蒸着析出しさらに炭化されたものと考えられる。したがって、この球状組織そのものは反応性の低いことが予想されるが、一般に析出層の厚さは μm オーダーであると考えられる¹⁸⁾ ので、試料全体の反応性測定値にはほとんど影響していない。

(2) CO_2 反応後強度

塊状試料 (25~100 mm) を用いた場合の CO_2 反応後強度 (RDI_{15}^{150}) を、常温における強度指数 (DI_{15}^{150}) との関係で図示したのが Fig. 8 である。また、この場合の CO_2 との反応量を Fig. 9 に示した。両図中、a は消火後コークスそのままの試料について、また b はシャッター試験機で落下処理した試料についての結果である。

これらの結果から、DQ コークスは WQ コークスよりも CO_2 反応量が低く、したがって反応後強度が高いことがわかる。しかもシャッターで落下処理すると脆弱部分が除かれるため* 強度水準が上昇しており、さらに強度水準の高い成型炭配合コークスでは、DQ コークス

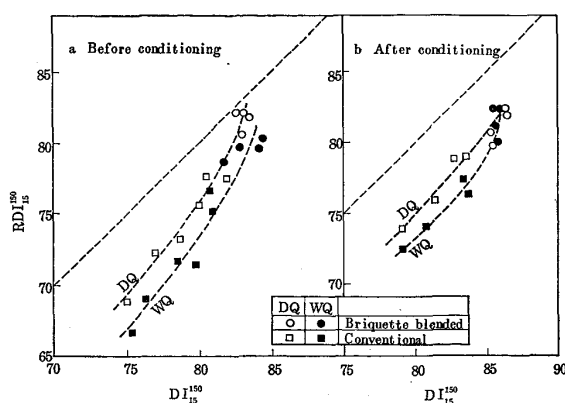


Fig. 8. Relation of RDI_{15}^{150} to DI_{15}^{150} of 1/4 t oven coke.

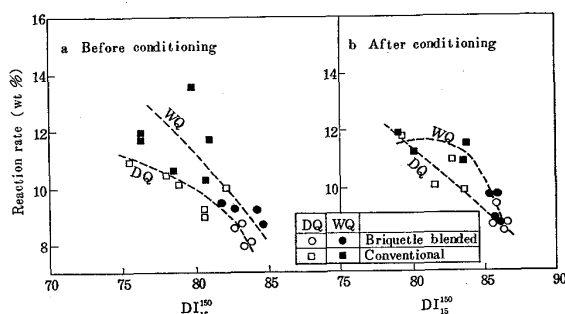


Fig. 9. Relation of reaction rate to DI_{15}^{150} of 1/4 t oven coke.

とWQコークスの差はほとんどなくなっている。この傾向は、対応する反応量の影響をそのまま反映している*。

つぎに、JIS 反応性 (Fig. 7) の場合には、シャッターで落下処理後の塊試料で DQ と WQ コークス間の差がなかったのに、Fig. 9 の場合には反応量に多少の差を生じている。これは CO_2 と反応させる場合の試料粒度の相異に起因している。すなわち、WQ コークスの場合、注水消火時の急冷衝撃によつてコークス塊内に熱応力やき裂が生成しているが、JIS 法では粉 (0.84~1.68 mm) の状態で CO_2 と反応させるので DQ コークスとの差がほとんどなくなる。これに対して Fig. 9 の場合は、塊 (25~100 mm) の状態で反応させるので塊内の残留応力やき裂の差が CO_2 反応量や、さらに反応後強度の差となつて現れたものと解釈される。

3.2 CDQ 設備における機械的摩耗の効果

CDQ 設備では、約 30 m のシャフト型設備の頂部より赤熱コークスを降下させ、約 4 h の滞留時間をもっている。したがって、降下中に機械的摩耗を生じ製品コークスに品質の変化が考えられる。機械的摩耗の検討は、実験室的再現実験が困難であるので、実炉における CDQ および WQ コークスについて調査し、さらに比較参考のため 1/4 試験炉コークスをシャッター試験機また

* シャッター試験機で落下処理すると試料粒度が小さくなるので、反応量および反応後強度指数には試料粒度分布の影響が交絡しているが、ここでは DQ および WQ コークスの比較が目的であるので、そのまま示した。

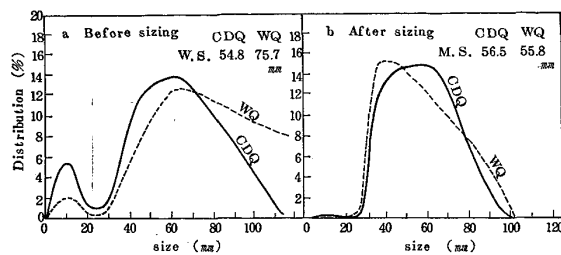


Fig. 10. Comparison of coke size distribution between CDQ and WQ coke at Tobata coke plant.

はマイカム試験機で処理したコークスについて調べた。

(1) 粒度

戸畑コークス工場 CDQ コークス (第2コークス炉) および WQ コークス (第1コークス炉: 第2コークス炉と同一配合, 同一乾留条件, とともに成型炭 30% 配合) の粒度分布をを比較して Fig. 10 に示した。Fig. 10a はワープ前または CDQ 排出後の試料, Fig. 10b は整粒後の高炉装入用製品コークスについてのデータである。これらの図からわかるように, CDQ コークスは排出後の状態では, WQ コークスよりも粒度が小さいが, 整粒後ではやや粗粒でかつ粒度分布のそろつた結果となつている。これは前項でのべたように, 乾式徐冷のためコークス塊内のき裂や残留応力が少ないので, コークス塊が WQ コークスよりも機械的に安定であることに基づくものと考えられる。

つぎに Fig. 10a でも見られるように, CDQ コークスは機械的摩耗の結果, 粉の発生が多いが, その後のハンドリング過程での発生量は WQ コークスの場合よりも少なく, 製品としては安定なコークスであるといえる。

(2) 摩耗強度

上述のことから, CDQ 設備で赤熱コークスを処理した場合の機械的影響としては, 摩耗による脆弱部の除去と考えることができる。したがって耐摩耗性を示す DI_{15}^{150} 指数は, Table 4 に示すように約3単位上昇している。また Table 4 には, WQ コークスを CDQ 設備内を通過後処理* した結果を併記したが, この場合も同様に約2単位の上昇を示している。これらの結果は Fig. 11 に示すように, 1/4 t 試験炉コークスをシャッター試験機で落下処理した場合についても確認することができた。

以上のことから, CDQ 処理によつてコークスの摩耗強度が改善される機械的要因は, CDQ 設備内における摩耗効果であると判断される。

* CDQ設備の修繕時を利用してWQコークスをCDQ設備へ充填し下部から切り出してその強度を測定した。

Table 4. Change in DI_{15}^{150} index of commercial coke during CDQ treatment.

Sample	After quenching DI_{15}^{150}	After passing CDQ DI_{15}^{150}
Dry quenched	—	82.7
Wet quenched	80.0	82.2*

* Obtained by passing the WQ coke through CDQ equipment during the repairing term of equipment.

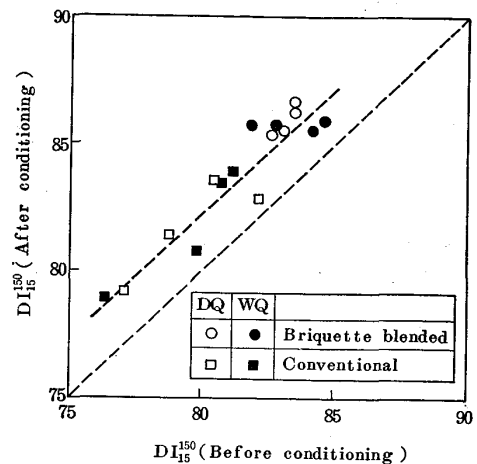


Fig. 11. Change in DI_{15}^{150} index of 1/4t oven coke by conditioning.

Table 5. Comparison of after-reaction strength (RDI_{15}^{150}) of commercial coke between CDQ and WQ coke at Tobata coke plant.

	1976 Feb.	March	April	May	June	July
CDQ coke	81.6	81.1	81.0	81.7	82.2	81.1
WQ coke	79.4	79.2	78.4	78.7	78.3	77.8

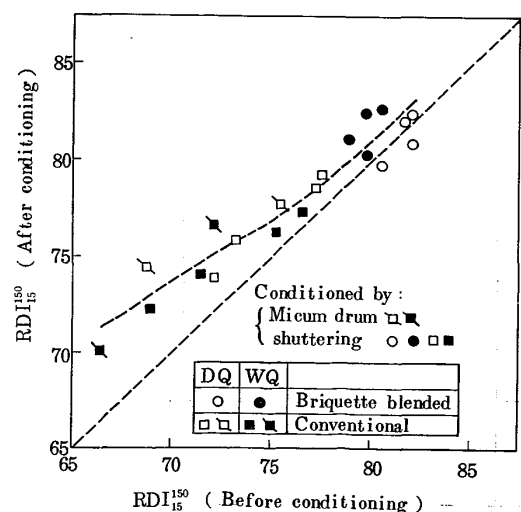


Fig. 12. Change in RDI_{15}^{150} index of 1/4t oven coke by conditioning.

(3) CO₂ 反応後強度

実炉コークス (戸畑コークス工場) における大型反応後強度 (RDI_{150}°) の実測結果を Table 5 に示したが, CDQ コークスは WQ コークスに比べ 2~4 単位上昇している. これらの値は, CDQ 処理による反応後強度上昇のいわば総合値であるので, このうち機械的摩耗に基因する分のみを分離するため, 1/4t 試験炉コークスについて求めた結果を Fig. 12 に示した. この場合, 焼成コークスを消火したのち, シャッター試験機およびマイカム試験機で処理した試料を用いた. この結果から, シャッター処理などによりコークスの RDI_{150}° は上昇しており, DQとWQコークス間では大差は認められない. すなわち WQ コークスも脆弱部を除去すれば RDI_{150}° は上昇することがわかる. しかも, 試料コークスの強度水準が高くなると上昇幅は小さくなっている. 以上をまとめると, 機械的摩耗による RDI_{150}° の上昇幅は約 1 単位 (摩耗前の試料コークスの $DI_{150}^{\circ} > 75$ の場合) であることがわかる.

3.3 CDQ 設備 Pre-chamber 内保熱の効果

CDQ 設備の頂部に供給された赤熱コークスは, Pre-chamber に約 1.5 h 滞留しこの間冷却は行われないので, コークス炉内における置時間延長と同じ効果, すなわちコークス塊の頭部~尾部間の均一焼成効果がえられることが予想される. そこで, 戸畑コークス工場の CDQ および WQ コークスについてコークス塊の頭~尾部間の各種性状指数を調査した (Fig. 13) が, 両コークス間でとくに差は認められなかつた. したがって Pre-chamber 内保熱によるコークス品質の向上は, ほとんどないものと判断される.

3.4 CDQ コークスの品質向上要因

以上にのべた内容をまとめるとつぎのようになる.

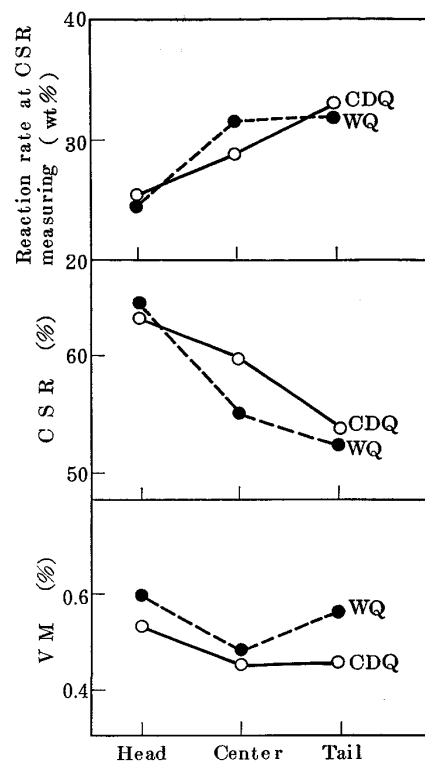


Fig. 13. Property of each part of a lump of coke.

(1) 要因および効果

要因としては, 乾式徐冷および機械的スタビライジングの 2 種類が考えられ, Pre-chamber での保熱はほとんど影響していない. これらの内容を Table 6 に示した. すなわち, 乾式徐冷については, さらに化学的效果として水性ガス化反応が起らないことによる表面性状の改善, および熱的效果として熱応力が少なくなることによる内部性状の改善の 2 つにわけられる. 機械的スタビライジングについては, 摩耗による脆弱部分の除去効果である.

そこで, これらの要因を考慮し CDQ および WQ コ

Table 6. Summary of factors influencing upon the improvement of property of CDQ coke.

No.	Factor	Physical/chemical reaction	Effectiveness
1	Dry slow quenching 1) Chemical factor	Water gas reaction does not occur	Improvement of surface property: lower reactivity
	2) Thermal factor	Thermal stress is reduced	Improvement of inner property: more uniform size distribution, higher crushing strength and lower reactivity.
2	Mechanical stabilizing	Mechanical abrasion	Rejection of fragile parts: higher abrasion strength and lower reactivity.
3	Retention in pre-chamber	Making temperature of lump of coke uniform	No effect.

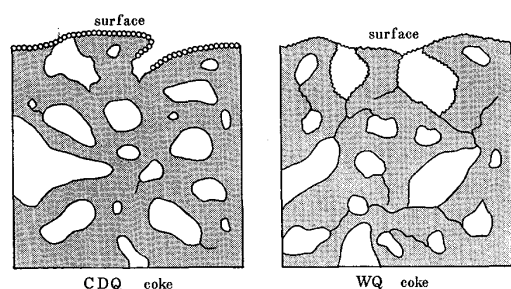


Fig. 14. Schematic drawings for the structure of CDQ and WQ coke.

ークス塊の内部構造を模式化して描いたのが Fig. 14 である。すなわち、CDQ コークス表面は球状組織で覆われており閉気孔が多い。WQ コークスの表面は、水性ガス化反応により球状組織が破壊され、またほとんどが開気孔となり壁も多孔質化している。さらに塊内部では、CDQ コークスはき裂が少ないが、WQ コークスはき裂が多発しているものと推定される。

このような構造モデルを考えることにより、CDQ コークスと WQ コークスの各種性状の差を説明できる。すなわち、本報告ではすべての性状項目のデータを示さなかつたが、CDQ コークスは WQ コークスに対し

- ①粒度が整粒され、かつ大きい。
- ②潰裂強度、摩耗強度、反応後強度が高い。
- ③反応性が低い。
- ④揮発分が低い。
- ⑤真比重、見掛比重が大きい。
- ⑥気孔率が低い。

一方また当然のことながら、CDQ コークスは水分が低

くばらつきも少ない。

(2) 品質向上要因効果の定量化の試み

Table 6 にまとめた各要因の効果を、主な品質パラメータごとに定量的に把握することを試みた。コークスは、もつとも不均一な粒体の一つであり、その性状指数測定値のばらつきは大きいので、データ解析にはかなり大胆な単純化を行つた。すなわち、1/4 t 炉および実炉コークスの各消火法別試料に関する測定値の平均値を Table 7 へまとめて示したが、これらのデータについて Table 7 へ併記したような考え方に従い、各効果を分離して解析し、また本報に示した他のデータも参考にして Table 8 のような結果をえた。結果の精度はともかくとして、この表から各要因の大略の寄与率および効果の程度を知ることができる。

(3) 成型炭配合法における CDQ 効果について

はじめにのべたように、本報告では CDQ コークスの品質向上に関する直接要因について検討したため、間接要因の一つとして成型炭配合の効果についてはとくに触れなかつた。しかし、実験データは各図表へ通常法（粉炭装入）の場合と併記して示したので一言ふれたい。

CDQ を成型炭配合法に適用した場合の特徴としては、これまでの図表に示したように一般に通常法の場合における CDQ の効果と同一の傾向を示す。ただし、同一原料炭配合の場合、成型することにより製品コークスの品質レベルが上昇しているのので、WQ~CDQ コークス間の品質差が小さくなる。一般に原料配合炭（または生成コークス）の品質レベルが高くなると、コークス品質向上のためにとられる各種アクションの効果が小さく

Table 7. Mean measured values for 1/4t and commercial oven coke with both quenching methods ($n=6\sim8$).

Property of coke	1/4t oven coke				Commercial oven coke	
	Before conditioning		After conditioning		CDQ	WQ (After cutting)
	DQ	WQ	DQ	WQ		
	a	b	c	d	e	f
DI_{16}^{150}	81.2	81.0	83.4	83.5	85.5	83.5
DI_{50}^{150}	2.6	1.6	3.3	1.5	30.9	19.9
RDI_{16}^{150}	77.6	75.6	78.4	77.7	81.5	78.6
Reactivity index	20.6	22.8	21.2	21.1	*	*

* Not determined

Way of separation of each effect

a - b : chemical and thermal effect

c - d : thermal effect (chemical and mechanical effects disappear by conditioning)

c - a : chemical and mechanical effects

c - b : total effect ($\approx e - f$)

Table 8. Tentative estimation of effectiveness of factors influencing upon the improvement of property of CDQ coke.*

Parameter concerned	Chemical effect	Thermal effect	Mechanical effect	Total sum
DI ₁₅ ¹⁵⁰ (%) (-)	0 0	0 0	100 2.0	100 2.0
DI ₅₀ ¹⁵⁰ (%) (-)	0 0	100 2~10	0 0	100 2~10
RDI ₁₅ ¹⁵⁰ (%) (-)	46 1.3	24 0.7	30 1.0	100 3.0
Reactivity index (%) (-)	100 2	0 0	0 0	100 2

* upper figure : relative value, lower figure : absolute value

なることが経験的に知られているが、CDQ の効果についてもほぼ同様に考えて差支えないであろう。

4. 結 言

ソ連式乾式消火設備で処理されたコークスの品質向上要因について、1/4t 試験コークス炉および実炉コークスの再加熱—消火実験をベースとして検討し、またその結果に基づいて CDQ および WQ コークス塊の構造モデルを提示した。今後 CDQ 処理は、省エネルギー、環境対策などの点からますます普及するであろうが、その際、処理コークスの品質向上およびコークス生産の経済性を高めて行くために、さらに原料石炭配合や事前処理との有効な組合せ効果の解明が重要であろう。

文 献

- 1) 野口信雄：鉄鋼界，昭和 51 年 6 月，p. 46
- 2) 佐々木富雄，古牧育男：燃料協会第 62 回コークス特別会研究発表講演要旨，(1977)，p. 62
- 3) N. NOGUCHI, M. KOBAYASHI, Y. KOGUSHI, and K. KATSUNO: Ironmaking Proc., 36 (1977), p. 271
- 4) 伊沢哲夫，岡田 豊，藤村武生，大橋 茂：日本鋼管技報，(1978) 76, p. 1
- 5) 高橋 裕，百合野貴之，中本 毅：川崎製鉄技報 10 (1978) 2, 3, p. 248
- 6) B. ROGAN: Iron and Steel International, 51 (1978), p. 101
- 7) P. S. AKULOV, I. M. LAZOVSKII, E. M. SHREIDER, M. S. KRUCHININ, and I. S. ELKIND: Coke and Chem. USSR, (1968) 9, p. 18
- 8) M. S. KRUCHININ: 同上，(1970) 6, p. 19
- 9) M. G. SKLYAR, L. P. SEMISALOV, I. V. SYTERKO, D. D. VOROBV, and V. G. BALANOV: 同上，(1971) 10, p. 24
- 10) Yu. S. KARABASOV, A. N. POKHVISNER, A. I. ISTEEV, and E. M. VOROPAEV: Steel in the USSR, (1972) 11, p. 854
- 11) M. M. KOVALEVSKAYA and V. I. BORSUK: Coke and Chem., USSR, (1973) 7, p. 23
- 12) JIS K 2151-1972 コークス類の試験方法
- 13) ISO R 556-1967 Determination of the Micum indices of coke
- 14) JIS M 8812-1972 石炭類およびコークス類の工業分析方法
- 15) 井田四郎，西 徹，仲摩博至：コークスサーキュラー，21 (1972)，p. 252
- 16) 村上昭三，原 義明，石川 功：コークスサーキュラー，23 (1974)，p. 82
- 17) R. LOISON, P. FOCH, and A. BOYER: Le Coke, (1970), p. 178 [Dunod]
- 18) 井田四郎，奥原捷晃，山口徳二：鉄と鋼，59 (1973)，S 12