

662.749.2:621.745.4

(44) 鑄物用コークスの性状

(超大型高炉用コークスの製造条件の検討—I)

八幡製鉄所, 技術研究所

工博 城 博・工博 井田 四郎  
○徳久 正秋

Characteristics of Foundry Coke.

(Study on manufacturing conditions of the coke used for a mammoth B. F.—I.)

Dr. Hiroshi JOH, Dr. Shirō IDA  
and Masaaki TOKUHISA.

1. 緒 言

超大型高炉用コークスの製造条件確立を究極の目標にして、手初めに、現在最も性状のすぐれていると思われる鑄物用コークスの性状を調査した。鑄物用コークスの具備すべき性状は、これまで数多くの研究者によると、一般に灰分およびイオウ分が低く、適正なる粒度を有し、シャッター強度の高いコークスが望ましいとの見解が有力である<sup>1)</sup>。そこでわが国にて製造されている代表的数種の鑄物用コークスを購入し、いろいろの角度から性状を調べ、当所の高炉用コークスの性状と比較検討した。

2. 研究経過

2.1 試料

試料は、わが国において代表的鑄物用コークスと称せ

られているA社製のコークス2種, B社製コークス1種, C社製コークス1種, D社製コークス1種および西ドイツ製コークス(製造会社不明)の計6種とこれらのコークスと比較するため高炉用コークスとして, S38年12月の戸畑コークス工場製コークス1種を選んだ。

2.2 結果

Table 1には燃焼性<sup>2)</sup>および検鏡組織<sup>3)</sup>を除く一般および特殊の両性状を一括して記載した。

2.2.1 一般性状

(i) 分析上の特性

全般的にみると、いずれの鑄物用コークスも灰分は、高炉用コークスよりはかなり低いが、イオウ分は反対にやや高目となつている。

(ii) 粒度および強度

粒度では鑄物用コークスは高炉用コークスよりも非常に大で、50mm以上の大塊が、ほぼ92%以上を占めている。つぎに強度についてみると、まず、全般的に鑄物用コークスはシャッター強度、潰裂強度(D<sub>15</sub><sup>30</sup>, D<sub>15</sub><sup>150</sup>指数)<sup>4)</sup>、タンブラー強度ともいずれも高炉用コークスのそれらの強度に較べて、かなり高い。とくにシャッター強度(S<sub>50</sub>指数)においては著しく大となつているのが目立っている。次に本邦製5種鑄物用コークスの上記強度の高い順位を較べると、C社製のものが一番大で、これについてA社製No. 2およびNo. 1の両コークスと、B社製コークスの順で、D社製コークスが一番低く

Table 1. Characteristics of various foundry cokes.

(1) General characteristics

| No. | Kinds of coke                     | Size $\Delta_{50}$ (%)<br>mm | * Proximate analysis (%) |      |       | Sulphur (%) | Shatter strength (%) |                 | Crushing strength (%)         |                               |                                | Tumbler strength (%) |                |
|-----|-----------------------------------|------------------------------|--------------------------|------|-------|-------------|----------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------|
|     |                                   |                              | Ash                      | V. M | F. C  |             | S <sub>50</sub>      | S <sub>25</sub> | D <sub>30</sub> <sup>30</sup> | D <sub>15</sub> <sup>30</sup> | D <sub>15</sub> <sup>150</sup> | T <sub>25</sub>      | T <sub>6</sub> |
| 1   | Coke produced in D K. K           | 94.6                         | 7.24                     | 1.04 | 91.72 | 0.64        | 89.2                 | 94.4            | 78.9                          | 94.5                          | 82.4                           | 67.3                 | 68.2           |
| 2   | Coke produced in C K. K           | 91.7                         | 7.00                     | 1.04 | 91.96 | 0.66        | 94.3                 | 99.0            | 73.2                          | 96.4                          | 87.6                           | 72.8                 | 74.8           |
| 3   | Coke produced in B K. K           | 96.6                         | 7.63                     | 1.19 | 91.18 | 0.56        | 93.9                 | 98.0            | 74.6                          | 95.7                          | 84.5                           | 66.3                 | 69.5           |
| 4   | Coke produced in A K. K (No. 2)   | 97.9                         | 4.43                     | 1.44 | 94.13 | 0.62        | 87.9                 | 98.7            | 68.3                          | 95.3                          | 84.6                           | 71.2                 | 73.5           |
| 5   | " (No. 1)                         | 99.0                         | 6.86                     | 1.70 | 92.44 | 0.69        | 95.8                 | 99.0            | 74.4                          | 94.3                          | 83.3                           | 67.9                 | 70.3           |
| 6   | Coke produced in Germany          | —                            | 3.96                     | 0.96 | 95.08 | 1.02        | —                    | —               | —                             | —                             | —                              | —                    | —              |
| 7   | Coke produced in Tobata cokeplant | 70.9                         | 10.07                    | 0.93 | 89.00 | 0.52        | 0.25                 | 97.0            | 34.3                          | 93.4                          | 81.6                           | 57.6                 | 68.1           |

(2) Special characteristics

| Kinds of coke | Micro strength (%) | Reactivity (%) |            | Electric resistance (r/cm) | Heat conductivity (cal/°C S cm) | Apparent specific gravity | Specific gravity | Porosity (%) | Amount of combustion (%) |
|---------------|--------------------|----------------|------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------|------------------|--------------|--------------------------|
|               |                    | Small type     | Large type |                            |                                 |                           |                  |              |                          |
| No. 1 coke    | 30.5               | 8.8            | 26.6       | 0.406                      | 0.0046                          | 1.44                      | 1.923            | 25.2         | 21.7                     |
| " 2 "         | 46.0               | 10.1           | 39.8       | 0.287                      | 0.0036                          | 1.24                      | 1.908            | 35.0         | 23.0                     |
| " 3 "         | 33.8               | 10.0           | 31.6       | 0.317                      | 0.0040                          | 1.32                      | 1.948            | 32.4         | 22.4                     |
| " 4 "         | 41.1               | 7.2            | 34.7       | 0.259                      | 0.0034                          | 1.38                      | 1.947            | 29.1         | 21.2                     |
| " 5 "         | 38.4               | 6.1            | 36.7       | 0.335                      | 0.0039                          | 1.22                      | 1.976            | 38.4         | 21.5                     |
| " 6 "         | 46.6               | 5.6            | —          | 0.347                      | 0.0042                          | 1.43                      | 1.906            | 24.8         | —                        |
| " 7 "         | 28.3               | 10.9           | 37.7       | 0.425                      | 0.0032                          | 0.936                     | 1.925            | 51.38        | 24.6                     |

なっている。しかしC社製コークスを除く他の4種コークス間の差はほとんど認められていない。

2.2.2 特殊性状

(i) 気孔性およびマイクロストレンクス

気孔性では6種鑄物用コークスは高炉用コークスよりも見掛比重がかなり大で、気孔率が小となっている。すなわち高炉用コークスでは見掛比重約0.94、気孔率51.4%位であるのに対して、6種鑄物用コークスはいずれも見掛比重が1.2以上、気孔率38%以下となっている。換言すると鑄物用コークスは高炉用コークスよりもち密であるといえる。

(ii) 反応性

供試コークスの粒度の細かい試料の反応性<sup>6)</sup>では、6種鑄物用コークスは高炉用コークスよりも、いずれも小となっているのが認められるが、従来実施している55mm角の試料についての反応性<sup>6)</sup>では、C社製コークスを除くと、他はいずれも高炉用コークスよりもかなり低目となっている。しかしC社製コークスでも高炉用コークスに較べると多少高い程度となっている。

(iii) 電気抵抗および熱伝導率

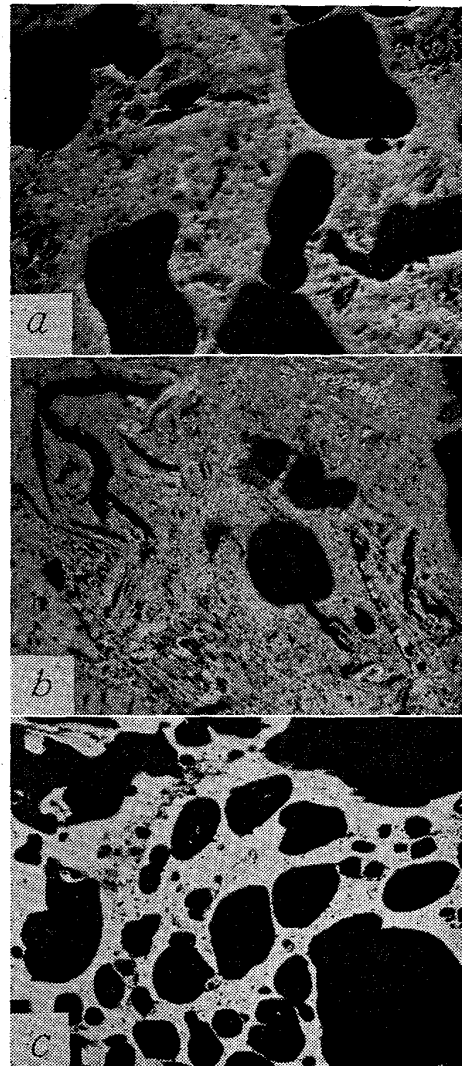
電気抵抗は、いずれの鑄物用コークスも高炉用コークスよりも小となっている。つぎに熱伝導率ではD社製コークスが一番よく、これについてドイツ製コークス、B社製コークス、C社製コークス、A社製コークスの順となっている。

(iv) 燃焼性

Table 2 にはドイツ製コークスを除く5種鑄物用コークスと前述の戸畑製高炉用コークスの燃焼性測定結果を示した。これによると、いずれの鑄物用コークスも高炉用コークスに較べて羽口付近における温度が高く、そのうえ羽口付近と炉頂部における温度差、すなわち炉内の温度勾配が大となっている。

(v) 検鏡組織

Photo. 1 に示した通り、鑄物用コークスは、高炉用コークスに比較して、とくに相違する点は気孔壁の厚さがかなり大で、かつ気孔が少ないのが目立っている。また気孔壁のかたさは、Table 1 に示したマイクロストレンクスより判断すると、すべての鑄物用コークスは高炉用コークスよりもかたいことを示している。かくすると、コークス組織の面より判断して、鑄物用コークスは



(a) Coke produced in A. K. K.  
(b) Coke produced in Germany.  
(c) Coke produced in Tobata coke plant.

Photo. 1. Microstructures of cokes.

高炉用コークスよりもち密で、かつ気孔壁のかたさも強いので、コークス組織面からみても、高炉用コークスよりもすぐれていることがはっきりした。なおドイツコークスは一塊の試料しか入手できなかったため、マクロ的強度については測定できなかったが、特殊性状の結果から考察すると、本邦製鑄物用コークスなみのミクロ的強度を具備しているか、それ以上であろうと判断された。

3. 結 言

鑄物用コークスとして本邦製コークス5種と、ドイツ製コークス1種とりよせて鑄物用コークスの性状を調査し、かつこれが高炉用コークスの性状と、どの程度相違しているかを、いろいろの角度から検討した。その結果鑄物用コークスは高炉用コークスに較べてイオウ分が若干高め、粒度がかなり大きいことを除けば、他のすべての性状は高炉用コークスの性状にかなりまきり、高炉用コークスよりも厳しい条件に耐えうる性状を具備していることが判明した。

文 献

- 1) Hand book of cupola operation, First edi-

Table 2. Combustibilities of cokes.

| No. | Kinds of coke                      | Temperature at tuyere (°C) I | Temperature at top (°C) II | I-II (°C) |
|-----|------------------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------|
| 1   | Coke produced in D. K. K.          | 1600                         | 1050                       | 550       |
| 2   | Coke produced in C. K. K.          | 1545                         | 1090                       | 455       |
| 3   | Coke produced in B. K. K.          | 1550                         | 1100                       | 450       |
| 4   | Coke produced in A. K. K.          | 1560                         | 1050                       | 510       |
| 5   | " No.                              | 1570                         | 1080                       | 490       |
| 6   | Coke produced in Tobata coke plant | 1515                         | 1072                       | 443       |

tion. (American Foundry Association 編) 459 (1946) P. J. WILSON: Coal, Coke and Coal Chemicals (1950), p. 227

N. N. CUPTA and H. LAHIRI: Iron and Steel Rev. (1958), p. 5

岡 直身: 本邦コークス工業最近の進歩 1(1950), p. 49

2) 城 博, 井田四郎, 三輪良一: 技研報告(実験研究第 30~6号B級) (1961) 6, p. 12

3) 井田四郎: 燃協誌 41 (1962), p. 664

4) 城 博, 井田四郎, 小林正俊: 第 35 回コークス特別会講演にて発表 (1963. 4. 25)

5) 井田四郎, 吉成一彦: 技研報告(受付研究第 6号) (1963) 7, p. 25

6) 城 博, 井田四郎: コークスの研究 (1953), p. 60

### (45) 高炉の特殊操業下における炉内コークス性状変化

八幡製鉄所, 技術研究所

工博 城 博・工博 井田 四郎  
○仲摩 博至

### The Change of Characteristics of Coke in the Blast Furnace under the Special Operation.

Dr. Hiroshi JOH, Dr. Shirō IDA and Hiroyuki NAKAMA.

#### 1. 緒 言

高炉へ装入されるコークスが炉内を下降する間、コークス自体の物理化学的性状変化に関してはこれまで内外ともあまり検討されていない。当所では以前より通常操業下のこの問題について試験用高炉と実際の高炉を対象とする実験を重ね、高炉に装入されたコークスはシャフト部においてはあまりコークス性状の変化は認められないが、羽口付近から急に変わってくることを明らかにした。なお高炉用コークスとしては強度の高いものを使用すると、羽口付近においても、あまり低下しないことを確めた。最近にいたつて欧米でも<sup>2)</sup>同様な実験を試み、B. F. の通常操業下における炉内コークス性状の変化を論じ、上述した当所における結果と全く一致した見解を発表している。今度は未検討の下記の2課題について研究を進め、この間の経過をまとめた。

(1) 通常操業下における操業速度と炉内コークスの性状

(2) 特殊操業下の炉内コークス性状変化

#### 2. 研究経過

2.1 通常操業下における操業速度と炉内コークスの性状

戸畑高炉 No. 1 B. F. は操業開始より操業速度(出銑量をもつて示す)は、34年10月2日, 847 t/day, 35年3月24日, 1638 t/day, 39年9月2日, 2433 t/dayと変化されてきた。上記期日にそれぞれ装入前コークスと羽口コークスを現場で採取してもらい、それぞ

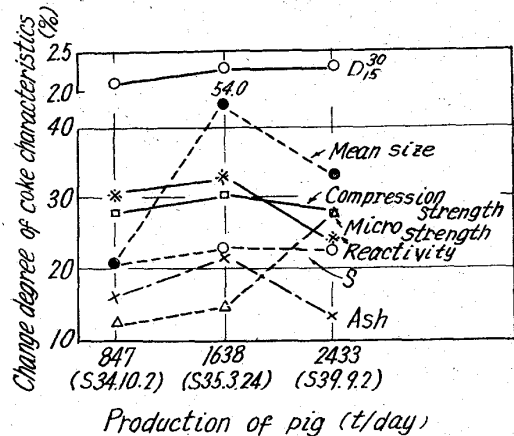


Fig. 1. Relation between production of pig and change degree of coke characteristics in B. F.

れのコークスの平均粒度, 工業分析, イオウ, 真比重, 気孔率, 着火点, 反応性, 耐圧強度, ミクロストレングス, 電気抵抗, 熱伝導率, 潰裂強度の諸性状を調べた。かくして上記の期間に採取した装入前コークスと羽口コークスについて性状を比較し, 装入されたコークスが羽口付近まで下降する間にどれほどの性状変化を受けるかその度合を吟味した。

Fig. 1 に操業速度と高炉へ装入されたコークス性状のうち, 灰分, イオウ, 平均粒度,  $D_{15}^{30}$  指数, 耐圧強度, 反応性, ミクロストレングスの諸性状が羽口付近まで下降する間にどれほどの性状変化度合を受けるかを示した。

これによると高炉操業速度と炉内コークス性状変化との関係は 34年10月2日と35年9月24日では装入前コークスの品質はほぼ同程度のものを使用していたので, 両者の場合を較べると, あとの方が炉内コークスの性状変化度合は大となつている。すなわち操業速度が早くなるほど炉内コークス性状変化度合がより著しくなる傾向にある。次に 39年9月2日と35年9月24日の結果では, 前者の場合が操業速度が早くなつているにもかかわらず, 炉内コークスの性状変化は全般的にみてむしろ若干小となる傾向を示している。この事実は操業速度の変化による炉内反応の相違もあろうが, 装入前コークスの  $D_{15}^{30}$  指数は前期日に使用したものは  $D_{15}^{30}$  指数 95.7%, また後期日のものは  $D_{15}^{30}$  指数 94.3%で, 前期日に使用したコークスが高かつたためと考えられる。すなわち高炉に使用するコークスは装入前コークスの品質に大いに左右されるとみなされる。換言すれば高炉へ使用するコークスは強度の高いものであれば, 操業速度の変化がかなり大巾に行われても, 炉内コークスの性状変化は少いとみなしてさしつかえあるまい。

2.2 特殊操業下における高炉炉内コークス性状変化

Cガス吹込操業では東田 No. 5 高炉より 36年12月8日に, 重油吹込操業では同炉より 37年6月19日, また戸畑高炉 No. 1 高炉より 38年5月28日に, それぞれ装入前および羽口コークスを現場で採取してもらった。一方上記特殊操業を実施している期間に最も近い期日に同じ炉で, それぞれ通常操業を行なつている日に