

石炭粘結性の簡易判定法 (I)

(昭和 26 年 4 月本會講演大會にて講演)

城 博*・井田 四郎**・光山 龜次**

A SIMPLE METHOD FOR DETERMINATION OF CAKING PROPERTY OF COAL

Hiroshi Jo, Dr. Eng., Shiro Ida and Kameji Mitsuyama

Synopsis:

For easy determination of caking property of various kinds of coal, not a few simple methods on a laboratory basis, requiring only a small amount of coal sample and no special apparatus, have been proposed. In the present treatise the drawbacks of those methods are pointed out and a new simple method for the purpose, devised from a fresh angle, is suggested. This method has been applied to thirty-nine different kinds of coal and also to charge coal, with the result that their characteristics as material for making metallurgical coke could be determined with a comparatively greater ease and accuracy.

I. 序 言

石炭の粘結性を実験室的方法で簡易に判定する方法については、従来幾多の方法¹⁾が提案されている。その目的とするところは簡易判定結果をもつて現場コークス爐で製造されるコークスの性狀、特に潰裂強度を豫測し得ることを理想としているようである。

多くの実験室的簡易判定法の中、一般に使用されており、かつ代表的な4つの方法、すなわち Campredon-gray 法、Barash 法、Meurice 法及び Burdekin 法を Dr. L. Slater²⁾ が比較検討した結果、これらの方法による粘結力指數と工業的規模のコークス爐で製造されるコークスの強度指數とは殆んど無関係であり、また各法の粘結力指數の間にも平行的關係が見受けられないと指摘した。しかるにこれらの方法はその後も粘結性の簡易判定法としてしばしば使用されているが、最近に至りコークス作業に一層合致するように従來の方法を改める必要のあることが問題化しつつある。

粘結性に關する基礎研究³⁾の結果、これまでのこの種方法の不備の主因は粘結成分の多寡をもつて粘結性を示すことに主眼が置かれ、生成コークスの強度に重要な役割をなすと考えられる石炭の主要構成成分である纖維質部分の特性を表示することが看過されていたためではないかと思われた。この觀點から従來の方法に準じ、かつこれを一層簡易化して粘結成分の多寡を知ると共に、纖維質部分の強度を表示する一つの簡易判定法を考案した。

かくして本法を多数の試料に適用したと、コークス製造原料としての適、不適を判定することが出来たので第 I 報とした。本法の判定結果と現場コークス爐によるコークスの潰裂強度との關係については未だ不充分であるので、更に研究を重ねて後日第 2 報として報告する豫定である。

II. 實 驗 經 過

(1) 判定の方法

適當の粒度に粉碎した粉コークス等の不活性物質を石炭に配合して、コークス化する場合、従來の試験法においては粘結される不活性物質の量を最も大きな要素として取上げているようで、これを粘結力と稱して、この指數で粘結性を比較する尺度としている。しかしてこの意味の粘結力と粘結成分量とは概ね平行的的關係にあること及び粘結力のみで粘結性を比較してはコークス強度を對象として粘結性を論ずるには不適當であることを著者等は先⁴⁾に確認した。よつて後述の粘結成分量の比較法

* 八幡製鐵所技術研究所工博 ** 同技術研究所

1) 末尾の文献参照

2) L. Slater: Report of the Fuel Research Board for 1929 Appendix IV; Fuel in Soci. and Pract. 1930 586~591

3) 城 博: 日鐵八幡技研報告 (本邦炭による製鐵用優良コークスの製造研究) 昭和 24. 6

4) 前出: 日鐵八幡技研報告 p. 17

としては Campredon 法に準據して更にこれを簡易化する方法を採用した。次に纖維質部分の強度の簡易試験法を決めるに當つては、石炭が粘結してコークスとなり得るだけ粘結成分を含有しているならば、コークスに生ずる割目の多寡及び氣孔壁の厚薄は主として纖維質部分の特性の差異によること換言すると纖維質部分の強度が大である石炭ほど、生成コークスの割目は少数で、かつ氣孔壁も厚く全體として組織が緻密であり、コークス強度も大であるとの見解⁵⁾に従い試験法を定めた。

i) 粘結成分の比較法

石炭 1g (粒度 65mesh 以下)に粉コークス 6g (粒度 48~65mesh) を配合したものを 950±20°C で7分間乾餾してコークス化する。かくして出來たコークスを35 mesh の篩にかけその時篩にとどまつた量を Ag とする。次に 35mesh の篩を通過したものを更に 48mesh の篩で篩別し、同様にその時篩に留まる量を Bg とする。かくて粘結力指数すなわち粘結成分量の指数を次式で計算する。

$$C \cdot I = \frac{A+B}{10} \times 100 (\%)$$

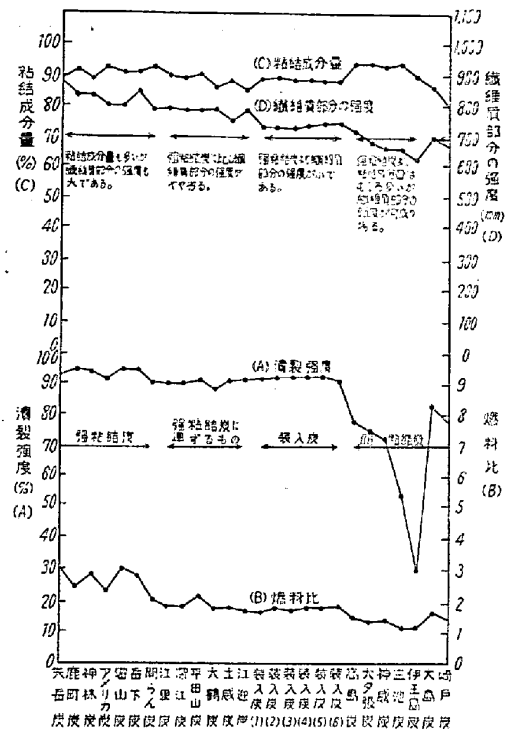
この指数の大なるほど粘結成分は多く含まれていることになる。

ii) 纖維質部強度の試験法

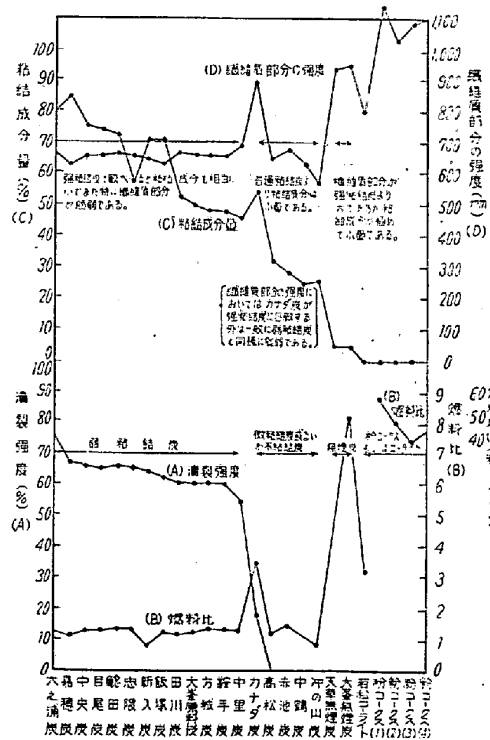
石炭 10g (粒度 65mesh 以下) を 2g 宛 5 回に分けて、それぞれを揮發分測定用のルツボに入れて 950±20°C で7分間乾餾を行う。次いで生成コークスの總量を 65mesh 以下に粉碎して内徑 4mm, 高さ 700mm の硝子管に入れる。その底部を机上のゴム板の上で軽く叩きながら試料を出來るだけ密に詰める。硝子管の上部は試料の裝入が容易であるように内徑を大きくして開放しており底部は閉じている。しかして試料の占める高さを測定して、この高さの大小で強度を比較する。大なるほど纖維質部分の強度は大であり、強度高きコークスとなり得る素質を具備しているものと判定する。

(2) 實驗結果

試料及びこれらの試料についての本法による判定結果は第1表及び第1圖、第2圖に一活した。試料としては各種石炭 39 種、それに粉コークス、コーライト、當所第1コークス課の裝入炭を加えて計 51 個を用いた。燃料比は工業分析から計算によつて求め、潰裂強度については主として當所第1コークス課の作業実績(灰分ほぼ15%の時)を参考にし、また圖に示す強粘結炭、弱粘結炭



第1圖 散炭化性の比較 (そのI)



第2圖 散炭化性の比較 (そのII)

微粘結炭等の區別は通常石炭分類體系に従つた。圖の(C) 曲線 (D) 曲線はそれぞれ粘結成分量並びに纖維質部分の強度の變化を表す。

強粘結炭を基準にとりこれに比較して考える時纖維質部分の強度、粘結成分量すなわち粘結性指數の概ねよく似た傾向を示すもの毎に←→印を附して大別してみた。

5) 前出: 日鐵八幡技研報告 p. 60~76

第1表 試料及び実験結果

| 番 號 | 試料名 | 工業分析 (%) | | | 燃料比 | コークスの 潰裂強 度 (%) | 実験結果 | |
|--------|--------------|----------|-------|-------|-------|-----------------------|---------------|-------------------|
| | | 灰分 | 揮發分 | 固定炭素 | | | 粘結成分 量 (%) | 纖維質部分 の強度 (mm) |
| 1 | 粉コークス (No.1) | 15.32 | 1.44 | 83.24 | 57.80 | 0 | 0 | 11.40 |
| 2 | 〃 (No.2) | 15.26 | 1.68 | 83.06 | 49.44 | 0 | 0 | 10.31 |
| 3 | 〃 (No.3) | 15.35 | 1.88 | 82.77 | 44.02 | 0 | 0 | 10.91 |
| 4 | 〃 (No.4) | 15.26 | 1.74 | 83.00 | 47.7 | 0 | 0 | 11.10 |
| 5 | 若松コークライト | 15.08 | 20.41 | 64.51 | 3.16 | 0 | 0 | 798 |
| 6 | 矢鹿神ア | 15.15 | 20.97 | 63.38 | 3.04 | 93.38 | 89.22 | 383 |
| 7 | 鹿神メ | 15.23 | 24.23 | 60.54 | 2.49 | 94.38 | 91.57 | 836 |
| 8 | 神ア | 15.33 | 21.98 | 62.69 | 2.85 | 94.12 | 88.76 | 836 |
| 9 | 密岳開 | 15.10 | 25.56 | 59.34 | 2.32 | 92.00 | 92.92 | 805 |
| 10 | 密岳開 | 15.75 | 20.77 | 63.48 | 3.06 | 94.27 | 90.56 | 804 |
| 11 | 密岳開 | 15.45 | 21.70 | 62.85 | 2.89 | 94.67 | 91.00 | 843 |
| 12 | 密岳開 | 15.35 | 27.89 | 56.76 | 2.04 | 90.80 | 92.56 | 789 |
| 13 | 密岳開 | 15.08 | 29.96 | 54.96 | 1.83 | 90.70 | 89.56 | 791 |
| 14 | 密岳開 | 15.19 | 30.18 | 54.63 | 1.81 | 90.50 | 88.78 | 786 |
| 15 | 密岳開 | 15.44 | 26.62 | 57.94 | 2.18 | 91.57 | 89.96 | 788 |
| 16 | 密岳開 | 15.68 | 30.45 | 53.87 | 1.77 | 88.86 | 86.18 | 785 |
| 17 | 密岳開 | 15.10 | 29.93 | 54.97 | 1.84 | 91.24 | 88.14 | 753 |
| 18 | 密岳開 | 15.00 | 31.38 | 53.62 | 1.71 | 91.38 | 85.18 | 786 |
| 19 | 密岳開 | 15.20 | 33.91 | 50.89 | 1.51 | 78.13 | 93.92 | 721 |
| 20 | 密岳開 | 15.40 | 35.85 | 48.75 | 1.36 | 75.00 | 94.11 | 687 |
| 21 | 密岳開 | 15.35 | 35.26 | 49.39 | 1.40 | 73.00 | 92.69 | 669 |
| 22 | 密岳開 | 15.36 | 39.39 | 45.25 | 1.15 | 55.00 | 93.98 | 664 |
| 23 | 密岳開 | 15.28 | 38.46 | 46.26 | 1.19 | 30.00 | 89.88 | 626 |
| 24 | 密岳開 | 15.40 | 31.75 | 52.85 | 1.66 | 83.00 | 86.75 | 697 |
| 25 | 密岳開 | 15.00 | 34.56 | 50.44 | 1.46 | 78.79 | 80.35 | 677 |
| 26 | 密岳開 | 15.12 | 37.76 | 47.12 | 1.25 | 75.66 | 80.06 | 663 |
| 27 | 密岳開 | 15.00 | 39.93 | 45.07 | 1.13 | 66.54 | 84.68 | 621 |
| 28 | 密岳開 | 15.25 | 36.46 | 48.29 | 1.32 | 65.43 | 74.63 | 655 |
| 29 | 密岳開 | 14.89 | 36.82 | 48.29 | 1.31 | 64.70 | 73.81 | 654 |
| 30 | 密岳開 | 15.18 | 35.67 | 49.15 | 1.37 | 65.16 | 72.23 | 661 |
| 31 | 密岳開 | 15.00 | 35.95 | 49.05 | 1.36 | 65.00 | 57.17 | 652 |
| 32 | 密岳開 | 15.00 | 45.57 | 39.43 | 0.87 | 63.85 | 70.28 | 645 |
| 33 | 密岳開 | 14.98 | 38.66 | 46.36 | 1.20 | 62.00 | 70.26 | 629 |
| 34 | 密岳開 | 15.63 | 39.04 | 45.33 | 1.16 | 60.41 | 52.85 | 669 |
| 35 | 密岳開 | 15.00 | 38.25 | 46.75 | 1.22 | 60.24 | 49.81 | 654 |
| 36 | 密岳開 | 15.68 | 35.36 | 48.96 | 1.39 | 60.33 | 48.14 | 658 |
| 37 | 密岳開 | 15.00 | 36.59 | 48.41 | 1.32 | 60.28 | 47.60 | 651 |
| 38 | 密岳開 | 15.00 | 37.54 | 47.46 | 1.26 | 55.00 | 45.82 | 688 |
| 39 | 密岳開 | 15.08 | 18.95 | 65.97 | 3.48 | 17.43 | 53.90 | 904 |
| 40 | 密岳開 | 15.10 | 14.07 | 70.83 | 5.03 | 0 | 4.46 | 942 |
| 41 | 密岳開 | 15.34 | 9.24 | 75.42 | 8.16 | 0 | 4.86 | 949 |
| 42 | 密岳開 | 14.89 | 38.69 | 46.42 | 1.20 | 0 | 31.70 | 648 |
| 43 | 密岳開 | 5.47 | 34.75 | 49.78 | 1.43 | 0 | 28.28 | 682 |
| 44 | 密岳開 | 15.00 | 40.31 | 44.69 | 1.11 | 0 | 24.69 | 643 |
| 45 | 密岳開 | 15.16 | 46.08 | 38.76 | 0.84 | 0 | 25.78 | 577 |
| 46 | 密岳開 | 9.83 | 33.86 | 56.31 | 1.67 | 92.12 | 88.95 | 732 |
| 47 | 密岳開 | 9.64 | 32.25 | 58.11 | 1.80 | 92.61 | 89.36 | 735 |
| 48 | 密岳開 | 9.55 | 32.73 | 57.72 | 1.76 | 92.23 | 88.53 | 729 |
| 49 | 密岳開 | 9.38 | 32.28 | 58.34 | 1.81 | 92.73 | 88.88 | 737 |
| 50 | 密岳開 | 9.10 | 32.17 | 58.73 | 1.80 | 92.89 | 88.27 | 744 |
| 51 | 密岳開 | 9.11 | 31.29 | 59.60 | 1.87 | 91.60 | 88.30 | 743 |

各々の←→印に所屬する試料の特性は圖に摘記した通りで、これにより強粘結炭を除く他の試料が冶金用コークスの製造原料として不向であるのは單に纖維質部分に缺陷があるのか、あるいは粘結成分量の不足に基くものであるか等を、換言するとコークス製造原料としての特性を比較的によく判定出来る。更に本法による判定実績は粘結性に關する著者等の基本的研究結果⁶⁾とほぼ合致するので本研究に使用の石炭 39 種を上記基本研究による

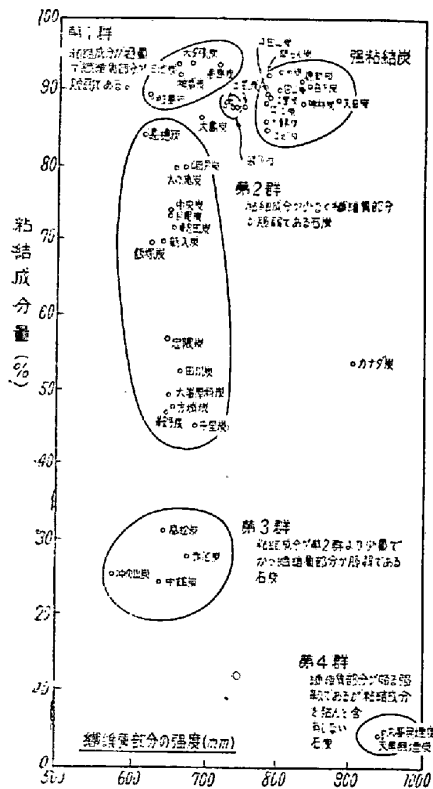
石炭の分類體系⁷⁾に従い強粘結炭に比較して第 1, 2, 3, 4 群等に區分して、第 3 圖の様な粘結性の判定圖を作成した。各群の特性は同圖に記載してある通りで多くの石炭はこの 4 群の中に包まれ、これによつて個々の石炭が強粘結炭とどの様に違ふかが判る。たゞ大烏炭及びカナダ炭は特異の存在と見做す方が妥當と考える。

6)7) 前出：日鐵八幡技研報告 p. 22~24

第2表 各群別の粘結性指数(平均値)と試料名

| 群別 | コークスとしての潰裂強度 (%) | 粘結性指数 | | 試料名 |
|---------------------|------------------|---------------|---------------|---|
| | | 繊維質部分の強さ (mm) | 粘結成分量 (%) | |
| 強粘結炭及びこれに準ずるもの (基準) | 93.37 | 823 | 90.77 | 矢岳炭, 鹿町炭, 神林炭, アメリカ炭, 密山炭, 岳下炭, 開らん炭, 江里炭, 深江炭, 中田山炭, 土威炭, 江迎炭, |
| | 90.70 | 782 | 87.97 | |
| 第1群 | 62.23 (70.28) | 673 (690) | 92.92 (93.67) | 高島炭, 大夕張炭, 三池炭, 神威炭, 伊王島炭 |
| 第2群 | 64.52 | 655 | 63.06 | 崎戸炭, 大之浦炭, 嘉穂炭, 中央炭, 目尻炭, 忠隈炭, 新入炭, 飯塚炭, 田川炭, 大峯原料炭, 方城炭, 鞍手炭, 中里炭, |
| 第3群 | 0 | 638 | 27.61 | 高松炭, 赤池炭, 中鶴炭, 沖の山炭 |
| 第4群 | 0 | 946 | 大峯無烟炭, 天草無烟炭 | |
| 各群に属しない石 | 83.00 | 697 | 86.75 | 大島炭 カナダ炭 |
| | 17.43 | 904 | 53.90 | |
| 装入炭 (6種) | 0 | 736 | 88.71 | |
| 若松コーライト | 0 | 798 | 0 | |
| 粉コークス(4種) | 0 | 1093 | 0 | |

備考 第1群の内()の指数は伊王島炭を除いた場合である。



第3図 各種石炭の粘結性判定圖

各群別の粘結性指数(平均値)及びそれぞれの群に入る試料名を次の第2表に纏めた。

かくの如く本法によつて粘結性指数を求めると、いかなる特性の粘結性を有し、またコークス作業におけるコークスの潰裂強度もほぼ豫測することが出来、原料石炭の選定及び配合にも利用出来ると思われる。

III. 考 察

粘結性指数と生成コークスの潰裂強度との関係を数字的に明確にするには更に実験を行う必要がある。しかし冶金用コークスの製造原料としては本法による繊維質部分の強度、粘結成分量はどの位のところに目標を置くべきかについて一應考察したい。

八幡製鐵所では冶金用コークスとしての潰裂強度は一應 88% 以上に目標をおき、このためコークス製造原料の配合割合の基準として、強粘結炭である鹿町炭 40% に弱粘結炭の中央炭を 60% 配合する場合を採用している様である。鹿町炭と中央炭を種々の割合に配合した場合の粘結成分量を測定して第3表を得た。

中央炭えの鹿町炭の配合比が 0 から 40% に變化する間は、生成コークスの潰裂強度は急速に向上し、40%の時に潰裂強度は既に 90% に達し、その後は鹿町炭の配合率を増しても潰裂強度は僅かづゝ上昇するのみであることは一般周知のことである。

第3表 鹿町炭と中央炭との配合比と粘結性指数の變化

| 配合比 (%) | | 粘 結 性 指 数 | |
|---------|-----|---------------|-----------|
| 鹿町炭 | 中央炭 | 纖維質部分の強度 (mm) | 粘結成分量 (%) |
| 100 | 0 | 836 | 91.77 |
| 90 | 10 | 810 | 91.53 |
| 80 | 20 | 788 | 91.38 |
| 70 | 30 | 770 | 90.92 |
| 60 | 40 | 752 | 90.48 |
| 50 | 50 | 728 | 89.23 |
| 40 | 60 | 712 | 87.28 |
| 30 | 70 | 693 | 85.47 |
| 20 | 80 | 677 | 79.26 |
| 10 | 90 | 662 | 76.45 |
| 0 | 100 | 655 | 74.63 |

鹿町炭の配合割合が増すにつれて、配合原料の纖維質部分の強度、粘結成分量は共に増加することは當然と考へる。従つて鹿町炭の配合比が40%以上の場合、潰裂強度の變化は僅少の様でも、實際にはコークスの強度の變化は可成向上するものと考えられる。たゞ日鐵式潰裂強度試験法では、鹿町炭40%以上配合の時、配合割合の増加に伴う潰裂強度の向上を明らかに表示し得ないためと思はれる。しかしながら實際問題としては鹿町炭：中央炭=4：6の配合であれば冶金用コークスとしての強度には差支えないとされているので、この配合時の粘結性指数は第3表の試験結果から次の様になる。

纖維質部分の強度 712mm
粘結成分量 87.3%

また第1表で述べた装入炭6種の配合割合は次の第4表の通りで、これら試料のコークスとしての潰裂強度は91~92%であり、また纖維質部分の強度は729~745mm程度にて粘結成分量は88~90%位である。

これらの試料中の強粘結炭は概ね35~45%の範囲にある。

以上粘結指数に關する第3表の實驗結果並びに装入炭についての上記の結果から潰裂強度90%の冶金用コークスを目標とする場合には本法による粘結性指数が次の

第4表 装入炭の配合比(製鉄部・日永田技術員調査)

| 區 別 | 採 用 月 日 | 配 合 比 (%) | | | | |
|-------|------------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| | | アメリカ炭 | 開らん炭 | 北 松 炭 | 粘 結 炭 | コーライト |
| No. 1 | 昭 25 9 7 | 31.40 | 0 | 8.05 | 53.95 | 6.60 |
| No. 2 | 昭 25 9 11 | 39.13 | 0 | 7.10 | 47.72 | 6.05 |
| No. 3 | 昭 25 9 22 | 26.29 | 0 | 9.20 | 61.64 | 2.96 |
| No. 4 | 昭 25 9 29 | 24.91 | 0 | 8.98 | 59.97 | 6.14 |
| No. 5 | 昭 25 10 5 | 22.86 | 0 | 23.14 | 54.00 | 0 |
| No. 6 | 昭 25 12 12 | 11.87 | 15.00 | 10.00 | 63.13 | 0 |

値を與える様に原料を配合するとよいのではないかと考へる。

纖維質部分の強度 715mm
粘結成分量 87~90%

IV. 結 論

従來の粘結性の簡易判定法は冶金用コークスの製造に當り、原料石炭の選定並びに配合上の参考としては不滿の點があつたので、これまでと同様に石炭の粘結成分量を知ると共に更にコークスの強度に密接の關係を有する纖維質部分の強度をも表示して粘結性を判定し得る一つの方法を提案した。

(1) 本法によると、冶金用コークスの製造原料に適しない石炭は纖維質部分が脆弱であるためか、あるいは同部分は強靱でも粘結成分量の不足によるものであるかもしくは粘結成分が不足し、纖維質部分も脆弱であることに原因するか等を比較的によく判定し得て、原料の選定配合上の一つの指針ともなし得ると思はれる。

(2) 強粘結炭を基準にとり、これに比較すると、各種石炭をその粘結性の特性に應じて數種の群に大別することが出来る。

(3) 當所では冶金用コークスとしての潰裂強度の目標は概ね88%以上にあり、この程度のコークスを製造するには本法による纖維質部分の強度715~745mm粘結成分量82~90%となる様に原料を配合するとよいとの一應の目安を立てた。(昭和26年9月寄稿)

1) 文 の 献

- イ) 新村唯治: 燃協誌, 1929 379~85
燃研報告, 第14號 1932, 1~55
ロ) 下村 明: 燃協誌, 11 1932, 184~9
ハ) 栗原鑑司: 工化誌, 24 1921, 809~17
26 1923, 59~73
26 1923, 191~208
ニ) 伊木貞雄: 燃協誌 8 1929, 1093~119
ホ) 田所芳秋: 燃協誌, 22 1943, 221~5

- 23 1944 223~5 236~41
- へ) 長谷 章: 燃協誌, 27 1948 133~47
- " 28 1949 1~24
- ト) 城 博: 燃協誌, 26 1947 1~10
- " 26 1947 98~107
- チ) L. Campredon: J. Soc. chem. Ind. 15. 1896
186
- リ) T. Gray: Fuel. 2. 1923. 42.
- ヌ) J. T. Dun: I. Soc. Chem. Ind. 32. 1913, 397
- ル) F. S. Sippatt and A. Grounds: J. Soc. Chem.
Ind. 39. 1920 83T
- ヲ) A. Badarauand and F. V. Tideswell: Fuel
2, 1923. 6
- ヰ) A. Mewice: Fuel 2. 1923. 305
- カ) R. Kattwinkel: Fuel 5. 1926. 347
- コ) C. E. Spooner and R. A. Mott: Fuel 16. 1937
96
- ク) W. Swieto Slawski: Fuel 16. 1937. 204
- ケ) 英國標準法: Ir. Coal Tr. Rev. 137. 1938. 584
 " " " " " " 978
- ソ) A.S.T.M. 法: A.S.T.M. Standards on Coal
and Coke. 1396. 89

チェンストーカー焚反射爐の燃焼試験結果 及びその成果について

(昭和 26 年 10 月本會講演大會に於て講演)

設樂 正雄*・上田 哲三**・岡田芳太郎**・中村 正男**

COMBUSTION EXPERIMENTS ON REVERBERATORY FURNACE WITH CHAIN-GRATE-STOKER

Masao Shidara Dr. Eng., Tetsuzo Ueda, Yoshitaro Okada & Masao Nakamura

Synopsis:

The reverberatory furnaces for roll-making in Yahata Iron and Steel Works were equipped with the Kubota's chain grate-stoker.

The following factors were studied to save the fuel costs and cut down the melting period:

1. Use the fuel oil by the auxiliary in this furnace.
2. The relation to the latent heat of ash and the factors of combustion.
3. The relation to the draft in melting room and leakage.

We decided the standard work from the preceeding studies and could increase the thermal efficiency by these methods.

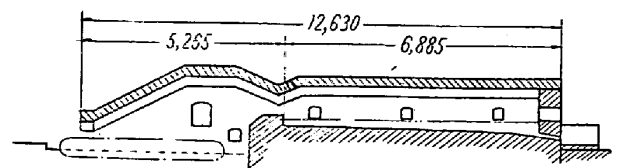
I. 緒 言

八幡製鐵所のロール鑄造用反射爐には、久保田式チェンプレートストーカーを取付けているが、從來これの熔解時間が長く、又燃料原單位も高かつたので該爐の燃焼試験を行つた。即ち最初に重油の混焼を行つた。その結果熔解時間の短縮、及び燃料原單位の切下げを行うことが出来た。次にチェンストーカー焚單味の燃焼試験を行つた。即ち灰滓未燃損失と燃焼の諸因子との關係及び熔解室ドラフトと侵入空氣の關係を調査し之等より標準作業を決定し、之を實施の結果熱能率を向上せしめる事が

出来た。

II. 試験爐の型式及能力

試験爐の略圖は第1圖に示す通りである。反射爐の型式及能力は第1表に示す通りである。



第1圖 30t 反射爐之圖

* 八幡製鐵所工博, ** 八幡製鐵所