

493.93
 (31) 和歌山第 1 高炉の炉壁侵食管理について 6322/

住友金属工業和歌山製鉄所 山本 哲也
 吉永 克己
 ○岡村 祥三

Measurement of the Wear of Wakayama No. 1 Blast Furnace Brickwork. 1319~1321
 Tetsuya YAMAMOTO, Katsumi YOSHINAGA and Shyōzō OKAMURA.

I. 緒言

高炉の炉壁は吹入れ後直ちに侵食、摩耗により薄くなつていくが、ある程度の厚さになると冷却効果が現われて損耗速度が小さくなると共に Deposit の形成により炉壁の保護に重要な役割を持つているのは衆知の通りである。高炉の寿命を延長するには、このような炉壁の侵食状況を把握し操業中に適切な防護対策をとることが必要である。

和歌山第 1 高炉は昭和 36 年 3 月 15 日に火入れを行なつたが以上の目的のために Table 1 に示すように 60 個の Co⁶⁰ を炉壁煉瓦中に埋めた。また、Co⁶⁰ と同一 level に thermo couple を挿入し Co⁶⁰ の脱落経過と併用して、その温度変化をみると共に休風時にこれら thermo-couple を入れ替える際には、thermo-couple の先に鈎付パールを入れて残存炉壁厚の実測を行なつてきた。これらの測定結果を中心にその炉壁の侵食管理について報告する。

II. 測定方法

Co⁶⁰ の炉壁よりの脱落を知る方法としては、定理的に各埋込個所の炉壁外からシンチレーション計数器を用いてその有無を測定し、また、各出鉄毎に銑鉄試料を採取し試料中の放射能を測定するという 2 つの方法を併用している。

現在までの測定結果では Co⁶⁰ 脱落時の銑鉄試料中の放射線量は自然計数 +10~20 cps で顕著ではなく、従つて炉壁外からの測定を併用することにより trace している。

III. 測定結果

Co⁶⁰ の脱落経過を Table 1 に、またこれにより推測される残存炉壁厚と thermo-couple の穴より実測した炉壁厚を Fig. 1 に示す。

(1) 朝顔部の侵食

Fig. 2 は Bosh の炉壁温度の変化を示したものであるが、thermo-couple は炉内壁より 200mm の位置に挿入されていたが、侵食が進むにつれて炉壁温度は上昇した。

36 年 4 月中旬に至つて一部先端を溶断した。これは内壁より 200mm 侵食が進んだことを示している。5 月 11 日 (火入後 57 日) 休風時に内壁より 440mm の位置に、更に 7 月 15 日 (122 日) 以降 37 年 12 月までは内壁より 480mm の位置まで各々下げて挿入した。

炉壁温度の変化は炉壁の厚さだけによるものではなく炉内の状況、特に上昇ガス流の分布、温度によつて大きく変化する。しかし炉況が安定している時には炉壁の状

Table 1. Progress of erosion of furnace walls at Wakayama No.1 blast furnace (observed by buried C⁶⁰)

| Level of wall | Distance from inner surface mm | Radiation sources mc | Number of position | Elapsed days untie tall off after blow in (days) | | | |
|---------------|--------------------------------|----------------------|--------------------|--|-------|------|------|
| | | | | North | South | East | West |
| Upper shaft | 185 | 10 | 4 | Non | Non | Non | Non |
| | 325 | 5 | 4 | " | " | " | " |
| | 450 | 1 | 4 | " | " | " | " |
| | *650 | — | — | — | — | — | — |
| Middle shaft | 150 | 10 | 4 | Non | Non | Non | Non |
| | 250 | 5 | 4 | " | " | " | " |
| | 350 | 1 | 4 | " | " | " | " |
| | *650 | — | — | — | — | — | — |
| Lower shaft | 185 | 10 | 4 | 568 | 756 | 653 | 579 |
| | 325 | 5 | 4 | Non | Non | Non | Non |
| | 450 | 1 | 4 | " | " | " | " |
| | *650 | — | — | — | — | — | — |
| Belly | 300 | 10 | 4 | 417 | 447 | 344 | 179 |
| | 400 | 5 | 4 | 590 | 590 | 595 | 586 |
| | 500 | 1 | 4 | Non | 613 | Non | Non |
| | *700 | — | — | — | — | — | — |
| Bosh | 300 | 10 | 4 | 53 | 69 | 67 | 65 |
| | 400 | 5 | 4 | 132 | 123 | 113 | 90 |
| | 500 | 1 | 4 | Non | 174 | 173 | Non |
| | *700 | — | — | — | — | — | — |

* Initial thickness of brick wall

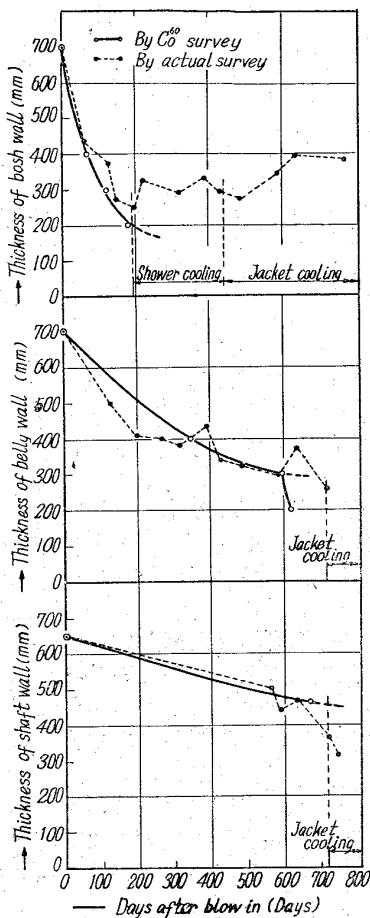


Fig. 1. Changes of wall thickness.

況を推測する手掛りとなる。著者などは次のような判断をしている。

(a) 0.5h~1h で 100~250°C 急激な上昇をする場合には deposit が剝離、脱落したと考えられる。多くの場合にこの急上昇の後10~20h でゆつくり降下して元の温度に戻るがこれは再び deposit が形成するものであろう。急上昇後再び急激に降下するような場合は、冷却盤破損などによる炉内漏水の疑いがある。

(b) 長時間にわたつてゆつくりと温度降下を続ける場合は deposit が異常に発達していると思われる。

(c) 長時間にわたつて温度上昇を続け、停止或いは下降の兆のない場合は、

| | | | |
|---------|----------|------|---------|
| 内壁より | 100mm まで | 12日間 | 8.3mm/d |
| 100mmより | 300mm まで | 51日間 | 3.9mm/d |
| 300mmより | 400mm まで | 52日間 | 2.0mm/d |
| 400mmより | 500mm まで | 76日間 | 1.3mm/d |

この侵食速度は富永¹⁾らの論文にある 30mm/d とは相当の差があるが、これは高炉々壁の冷却状態、生産速度などに起因するものと思われる。Fig.1 で見るとよく実測炉壁厚は火入後 200 日までは Co⁶⁰ 測定によるものとほぼ一致しているがやや高目になっているのは deposit を含んだ測定厚になっているためと考えられる。内壁より 300mm の Co⁶⁰ が脱落した時の炉壁温度は 1170°C であつたがすでに一部 1200°C 以上となり断線していたものがあつた。

200 日を経過後、侵食速度は急速に遅くなつており、実測炉壁厚は逆に厚くなつて来ている。これは36年7月22日 bosh 6段 cooling box (Co⁶⁰ 埋込 level 火入後 129日) 下部煉瓦が一部脱落したため、補修後部分的散水冷却を開始し、同年9月に bosh 全面に散水冷却を、さらに設備保守の点から37年8月に jacket 水冷を行なつたことが主因と考えられる。しかし37年8月よりは重油吹込操業を開始しており、その影響もあるかと思われるがこれについては明らかではない。また、炉壁温度も Fig.2 にみられるように低下しており deposit の形成による炉壁保護がなされていると考えられる。

(2) 炉腹部および炉胸下部の侵食

Belly 部および shaft 下部の侵食速度は bosh 部に比してゆるやかである。

Belly 部

| | | | |
|---------|----------|-------|---------|
| 内壁より | 100mm まで | 95日間 | 1.1mm/d |
| 100mmより | 300mm まで | 252日間 | 0.8mm/d |
| 300mmより | 400mm まで | 243日間 | 0.4mm/d |
| 400mmより | 500mm まで | 23日間 | 4.3mm/d |

Shaft 下部

| | | | |
|------|----------|-------|---------|
| 内壁より | 185mm まで | 664日間 | 0.3mm/d |
|------|----------|-------|---------|

Belly 部および shaft 下部の炉壁温度は 37年8月3日 (火入後 516日) 重油吹込操業の開始後、暫時上昇し実測炉壁厚を見ても侵食速度は大きくなつてきている。

内壁より 400mm に埋込まれた Co⁶⁰ の脱落后23日で内壁より 500mm の Co⁶⁰ が1個脱落し次いで shaft 下部の内壁より 185mm の Co⁶⁰ が脱落した。重油吹込の炉壁におよぼす影響についてはまだ明らかにされていないが、侵食が速くなるとの報告もなされており、和歌山第1高炉についてもその傾向が認められる。

また火入後 400 日を経過後は出銑比も 1.4 t/m³/24 h 以上を維持しており操業度の響影も大きいと考えられる。

38年2月28日 (火入後715日) bosh 部の水冷 jacket を shaft 下部16段 cooling box level まで延長し冷却を開始した。以後 100 日を経過したが、その間各部の炉壁温度は安定しており、bosh, belly 各部の Co⁶⁰ は脱落がなく、唯 shaft 下部内壁より 185mm の Co⁶⁰ が 4月10日 (756日) に脱落している。

IV. 結 言

(1) Co⁶⁰ 埋込によつて炉壁の侵食管理は thermo couple 挿入による炉壁温度の測定、およびその穴より

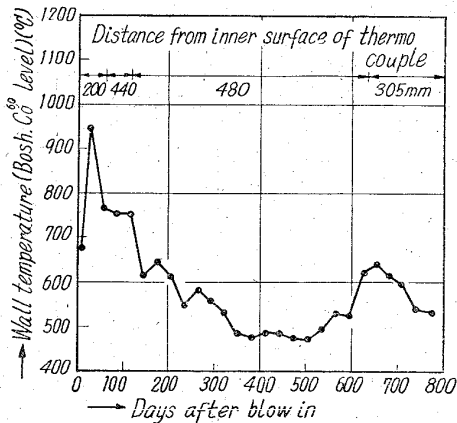


Fig. 2. Changes of wall temperature on wearing of brick work.

deposit の形成はなく煉瓦が侵食されている可能性がある。

炉壁温度は thermo-couple の挿入深さ、操業条件によつて日々かなりの変動があるので、炉壁温度のみによつては炉壁の侵食管理は十分ではない。

一方炉壁の侵食は炉の操業度によつて大きく影響されると考えられる。

bosh の侵食速度を細かく分けてみると次の通りである。

の炉壁厚の実測を併用することにより行なっている。

(2) Fig. 1 に示されるように、和歌山第 1 高炉々壁は、火入後直ちに侵食される朝顔部は火入後 100 日間で 400mm 侵食され、炉腹部および炉胸下部は比較的ゆるやかで、火入後 200 日間でそれぞれ 200mm、65mm 侵食された。

(3) 朝顔部は外部冷却の開始と共に deposit の形成が認められ、高度の操業度においても安定した炉壁厚となつている。しかし重油吹込操業を外部冷却とほとんど同時に行なつており、また炉腹部、炉胸下部の侵食が速くなつていることから、何らかの影響があると考えられるが、これについては今後の検討に待たねばならない。

文 献

- 1) 富永, 八塚, 庄野: 鉄と鋼, 46 (1960), p.7~10 130~134

669,162,264,4

(32) 洞岡第 1 高炉炉壁煉瓦付着物の性状 63222,

(高炉用煉瓦の侵食に関する研究—Ⅲ)

八幡製鉄所技術研究所 1321~1323

大庭 宏・〇平橋敬資・田中正義

Properties of Scars on Brick Linings in Kukioka No. 1 Blast Furnace.

(Study on wearing mechanism of blast furnace linings—Ⅲ)

Hiroshi OHBA, Keisuke HIRAGUSHI Masayoshi TANAKA.

I. 緒 言

高炉煉瓦の損耗機構に関する研究¹⁾²⁾の一環として高炉吹止め時の炉壁煉瓦付着物を調査した。高炉付着物の

研究は、棚掛け原因の解明のためにシャフト下部附近についてのみ行なわれているが³⁾、煉瓦の損耗原因解明の見地からは殆んど行なわれていない。装入物による化学的侵食反応が高炉煉瓦の損耗主因の一つであるので、装入物と煉瓦の反応生成物の附着物を調査することは解体煉瓦の調査だけでは推論の域を出なかつた侵食機構を明確化する上で参考となる。

II. 試 料

調査の対象とした高炉は当所洞岡第一高炉(第 4 次)で、構造上フリー・スタンディング方式と、朝顔部をカーボン煉瓦で築造したことが特徴である。炉容は 859m³ で昭和 30 年 6 月 11 日から昭和 37 年 6 月 30 日まで、217 万 t の出銑を行なつた。試料は炉壁の所定位置から解体時に採取したが、附着物と共に残存煉瓦およびモルタルも採取した(Fig. 1)。試料の No. 1 から No. 5 まではシャモット煉瓦、No. 6 はカーボン煉瓦の附着物である。No. 2 および No. 3 には A, B があるがこれは同一位置で色の異なる試料である。

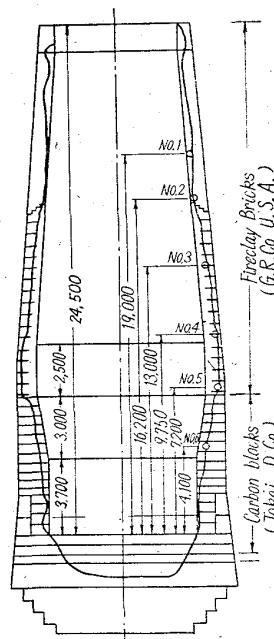


Fig. 1. Vertical section of lining in worn state and positions of sampled scars.

III. 試験結果

附着物の化学組成および銑物組成は微粉碎した試料について、組織は塊状試料について試験した。

- 1. 化学分析
耐火物の分析法に従つて

Table 1. Chemical analyses of scars in the blast furnace.

| Scars | | No. 1 | No. 2-A | No. 2-B | No. 3-A | No. 3-B | No. 4 | No. 5 | No. 6 |
|--------------------------|--------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|
| Chemical composition (%) | Ig. Loss | +17.68 | 1.99 | +13.53 | 65.76 | 40.47 | 44.07 | 52.32 | 76.89 |
| | SiO ₂ | 7.90 | 10.04 | 11.32 | 4.38 | 4.52 | 14.86 | 3.54 | 1.64 |
| | Al ₂ O ₃ | 4.04 | 5.11 | 6.18 | 3.92 | 0.64 | 18.59 | 1.66 | 0.57 |
| | Fe | 44.00 | 40.70 | 23.01 | | | | | |
| | FeO | 15.08 | 14.06 | 20.25 | | | | | |
| | Fe ₂ O ₃ | 4.59 | 0.88 | 4.46 | 10.33 | 10.91 | 0.83 | 4.42 | 0.83 |
| | T.Fe | 58.89 | 52.22 | 41.83 | | | | | |
| | MnO | 0.65 | 0.26 | 0.42 | 0.28 | 0.70 | 0.37 | 0.42 | 0.55 |
| | CaO | 10.66 | 15.95 | 17.11 | 2.25 | 1.09 | 0.44 | 0.67 | 0.44 |
| | MgO | 2.34 | 2.09 | 2.11 | 2.00 | 1.69 | 0.13 | 0.38 | 0.18 |
| | TiO ₂ | — | 0.41 | 0.11 | — | — | 0.23 | 0.22 | — |
| | Na ₂ O | 1.70 | 1.26 | 2.00 | 2.27 | 1.68 | 2.84 | 7.30 | 1.39 |
| | K ₂ O | 5.65 | 14.60 | 4.95 | 12.30 | 3.50 | 23.40 | 54.90 | 9.20 |
| | S | 0.07 | 0.00 | 0.03 | 0.26 | 0.94 | 0.08 | 0.10 | 0.27 |
| | CO ₂ | 2.05 | 3.54 | 2.57 | 3.00 | 2.50 | 2.75 | 20.13 | 2.40 |
| | C | 0.23 | 7.67 | 0.12 | 54.74 | 12.97 | 39.04 | 21.98 | 58.83 |
| | PbO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| ZnO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.28 | 21.38 | |
| Refractoriness (°C) | | 1430 | 1245 | 1255 | 1215 | 1445 | 1575 | 1300 | 1330 |