

事故はある程度除き得る。

②同時に製造方法の改善によりさらに良好な管理結果を得て造塊作業におけるストッパー煉瓦の事故を低減し得た。

なお、材質のおよび形状の問題すなわち熱衝撃性等にもとづく事故も存在すると考えられ、さらにこの方面での研究が必要であらう。

(63) 湯止レンガの損傷について

Damage of Stopper Head Refractories

Y. Isono, et alius.

日立製作所水戸工場 工〇磯 野 好 治

月 山 信 好

I. 緒 言

本研究は各種ストッパーレンガとノズルレンガを組合せて実用試験を行い、その損傷状況より損傷の原因を検討し、さらに良否判定法について検討を行ったものである。

II. 試料と実験方法

ストッパーレンガの損傷状況は諸種の条件により異なるが本研究では塩基性電気炉で熔製した炭素鋼について検討を行った。実用試験は試験用ストッパーレンガを 5 t または 10 t 取鍋に取付け、実際に鑄込作業を行い、ノズルレンガとの熔着性、湯止り状況を観察し、さらに使用後の外観および切断面の状況をしらべた。なおストッパーレンガの損傷は、(1) ノズルレンガとの熔着によるストッパーレンガの切断、(2) 急熱によるキレツ発生による切断、(3) 熔湯の流動による侵蝕のいずれかまたはこれらの組合せによることが考えられるため、実験は熔着性と急熱抵抗性について行った。熔着性実験は、(1) 粘土質ストッパーと粘土質ノズル、(2) 粘土質ストッパーとアルミナ質ノズル、(3) 黒鉛塗布粘土質ストッパーと粘土質ノズル、(4) コールタール浸漬粘土質ストッパーと粘土質ノズル、(5) 黒鉛質ストッパーと粘土質ノズルの組合せにより行い、急熱抵抗性実験は原料、製造方法の異なる 15 種の黒鉛質ストッパーと粘土質ノズルの組合せで行った。

III. 実験結果

[1] ストッパーレンガとノズルレンガの熔着による損傷

(1) 粘土質ストッパーと粘土質ノズル。同質の粘土質ストッパーとノズルを使用した場合は、15 例中 5 例だけが良好であつただけでその他は大體 2 回目の注湯の

ときにストッパーの先端が切断され注湯不能となつた。使用後のストッパーとノズルの切断面を見るに、両レンガ界面は見られず完全に熔着している。この熔着現象は湯止良好のものにも認められるが、多少両レンガの接触面積が小さい。このため曲面半径の小さいノズルについて実験を行ったが、その結果は前同様 2 回目注湯のときストッパーが切断され、同質のストッパーとノズルの場合は熔着し易く切断されることが認められる。

(2) 粘土質ストッパーとアルミナ質ノズル。F. H. Norton¹⁾ はストッパーかノズルかどちらか一つは他より高耐火性のものを使用すべきであると述べているが、これは熔着を防止するためである。本実験ではアルミナ質ノズルを使用した。その結果はストッパーの切断は少く、使用後のストッパーとノズルの界面も判然としており確かに熔着は見られない。しかしなおときどきストッパーが切断されることがある。この原因を明らかにするためにアルミナ質より異質なものとして黒鉛質のものを検討した。

(3) 黒鉛塗布粘土質ストッパーと粘土質ノズル。黒鉛粉を糖蜜でよく練り、これをストッパーとノズルの接触面に約 1 mm 塗布した後 5~7 日間自然乾燥させたものについて実験した。その結果はストッパーの切断は少くなり、使用後の両レンガの界面は判然としているが、なお数回目の注湯のときストッパーが切断されることがある。この場合の両レンガの使用後の界面を見るに明らかに熔着している。このことは塗布した黒鉛が数回の注湯によりなくなつてしまつたためと考えられる。

(4) コールタール浸漬粘土質ストッパーと粘土質ノズル。ストッパーまたはノズルをコールタールに浸漬して使用することは古くから行われ報告²⁾もあるが、この目的はストッパーとノズルの熔着防止にある。しかしこの効果については明らかでない。実験の結果は黒鉛塗布と同様の成績であり、注湯時間が長い場合には熔着が起つた。この原因としてはコールタール浸漬法にもよるがストッパー中の炭素分は 4~5% であり、炭素分が少なかつたためによるものと考えられる。

(5) 黒鉛質ストッパーと粘土質ノズル。黒鉛質ストッパーはノズルとの熔着が最も小さいものとして近来大型取鍋に広く使用されているが、いまだ国内製品については多くの問題がある。本実験に使用したものはそれらの中で優秀なものであつたが、実験の結果は 79 例中 5 例を除き湯止め良好であり、使用後のストッパーとノズルの界面には全く熔着はみられなかつた。事故を起した 5 件も余湯注湯のときの熔湯温度低下によるものであつ

た。なお使用後の黒鉛質ストッパーの外観は、スラッグに接しないものは表面平滑であり、中には製造会社のマークの認められるものもあり熔損は極めて少い。またスラッグに接したものは表面に中空の泡状の粒が多く付着しているが熔損は少い。これらのことより黒鉛質ストッパーが熔湯に接した場合には、その界面にガス・フィルムを生じ、これが熔損を少なくしまたノズルとの熔着を防ぐものと考えられる。このように黒鉛質ストッパーはノズルとの熔着はみられないが、原料または製造方法によつて切断または湯洩れ事故をおこすことがある。

以上のごとく、ストッパーとノズルの熔着は同質のストッパーとノズルを使用した場合起り易く、これが異質になるほど熔着し難くなり、黒鉛質ストッパーを使用した場合は全く熔着はしないといつてよいほどであり、ストッパー切断事故の原因として熔着は大きな要因であることが認められる。しかしなお黒鉛質ストッパーを使用して切断または湯洩れ事故がおこるといふことは熔着以外の大きなストッパー損傷の要因があることを示すものであり、これは急熱によるキレツと考えられる。

〔2〕 ストッパーとノズルの熔着性試験による良否判定

粘土質ストッパーの切断がノズルとの熔着のみによるものとすれば、レンガの軟化点と大きな関係があり、軟化点を測定することにより熔着性すなわち良否が判定できる。これに関して田所³⁾は軟化点測定結果より熱間における粘性の多少を判定できるとし、毛利⁴⁾は軟化終了点と軟化開始点との温度差 ($T_3 - T_1$) の大小により判定する方法を報告しているが、筆者は実際の熔着に近いものとして、ストッパーおよびノズルより一辺 2cm の大きさに切り出した試験片を重ね合せ、これを荷重軟化試験機により 1 kg/cm^2 の荷重をかけ、 1600°C に 10 分間保つた後取り出し、この熔着した試験片を高速度切断機により切断し熔着状況を比較した。この方法は定性的ではあるが熔着性の大小を比較できる。

〔3〕 黒鉛質ストッパーの急熱キレツによる損傷

黒鉛質ストッパーは昭和 25 年頃より急に使用されたものであり、今日まで原料および製造方法については多くの改良が加えられている。したがつてこの間の製品の実用試験を行うことにより黒鉛質ストッパー損傷の概略はつかめる。このため本実験では各製造会社の製品別に実用試験を行い損傷状況をしらべた。

(A) A社製黒鉛質ストッパー

(a) 鱗状天然黒鉛を使用したもの：4種について実験を行つたがその結果はいずれも湯止り良好であり、黒

鉛含有量および形状の大小の影響は見られない。使用後の表面は一様に熔損しており剝離、キレツはない。なお使用後の切断面をみるに先端の内側に円心状キレツと横キレツがある。この円心状キレツは成形の際、軟練押出機により生じたラミネーションによるものと推察される。

(b) 人造黒鉛と天然黒鉛を混用したもの：2種の実験結果は、いずれも最初または2回目の注湯のとき切断し、2回以上注湯可能だつたものも湯洩れ多く注湯困難をきたした。使用後の表面状況は剝離性キレツが認められまた大きな横キレツ、縦キレツが見られ、その切断面にも中心近くより外周に達した円心状キレツと横キレツとが見られる。これらキレツの原因としては黒鉛の品質配合および熟成期間等が考えられるがそのほか成形上の問題もあるようである。

(c) 人造および天然黒鉛を混用し、焼成後コールターール処理を行つたもの：コールターール処理乾燥しないもの2種の実験結果は、いずれも最初の鑄込のとき熔着傾向が認められるが切断はしない。しかし2回以後は次第に湯洩れが多くなり作業に困難をきたした。これら使用後の表面は、いずれもはなはだしく剝離しており、縦キレツも多い。その切断面には外側に大きな円心状キレツが多く見られるが、横キレツは中心部に近いところにみられるだけである。ついでコールターール処理後乾燥したもの2種について実験を行つたが、その結果は乾燥しないものより湯洩れ少なく良好であるが切断したのものもあり、コールターール処理により切断または湯洩れを完全に防ぐことは困難である。

(d) 鱗状天然黒鉛を使用しカーボランダムを添加したもの：カーボランダムを添加するのは、熱伝導をよくし、急熱抵抗性を大きくすることにあるが、実験結果は熔着、湯洩れおよび切断することなく良好であつた。使用後の表面には剝離、キレツが認められないが、切断面には円心状キレツと横キレツが見られる。しかし従来品に比べると少なくまた小さい。この原因としてはカーボランダム添加の効果もあるが、黒鉛量が少なくしたため成形性が向上したことも効果があつたようである。

(B) B社製黒鉛質ストッパー

黒鉛は鱗状天然黒鉛を使用し、手打成形したものでA社製品に比べると、気孔率大きく、強度は小さくまた黒鉛量は少ない。実験結果は少し熔着性はあるが、湯洩れおよび切断なく良好であつた。使用後の表面には剝離およびキレツは見られない。切断面には中心より外周に向つた小キレツと円心状の小キレツが見られるがいずれ

も小さい。

(C) C社製黒鉛質ストッパー

C社製品としては人造黒鉛と天然黒鉛を使用したものについて実験したが、これらは半乾式にて水圧プレスにて成形したものである。結果は熔着、湯洩れおよび切断なく良好であり、使用後の表面にも剝離およびキレツは認められない。切断面には中心より外周に向つた放射状キレツが2~3見られるが、A社、B社製品に見られた円心状キレツおよび横キレツは認められない。これは成形法の相違によるものと考えられる。なお黒鉛の品質の影響は認められない。

以上のごとく黒鉛質ストッパーは、原料、製造方法にかかわらず急熱によりキレツを発生することが認められこのキレツが大きな横キレツの場合は切断の原因となりまた表面剝離および円心状キレツが外周に達するときは湯洩れの原因となることが考えられる。したがつて黒鉛質ストッパーの良否を判定するためには急熱抵抗性を比較すればよいことが考えられる。

[4] 黒鉛質ストッパーの急熱抵抗試験による良否判定

ストッパーの急熱抵抗性を比較する方法としては、田所³⁾は軟化点を測定し粘性の大なるものはキレツ傾向度は小さいとし、毛利⁴⁾は軟化点測定後の試料の状態より良否を判定することを報告している。また丹羽、松村⁵⁾は弾性係数を測定し、これより良否を判定する方法を報じているが、黒鉛質ストッパーの損傷は発生したキレツの位置および大きさが問題となるため、筆者は実物大のストッパーを急熱し、発生した表面および内部のキレツ状況より良否を判定することにした。この場合加熱温度および炉内雰囲気の問題となつたが、これらについては実用試験と対比して検討した結果、還元雰囲気に近いマッフル炉により、1200°C で30分間加熱したとき発生するキレツが実用試験のキレツに近似するを認めこの方法を採用した。なお良否の判定基準は実用試験の結果より定めた。この方法は極めて定性的であるが、製造方法が一定の場合はキレツの発生傾向が一様であるため、基準が決定すればよく良否が判定できる。

IV. 結 言

ストッパーレンガの損傷の原因について、ノズルレンガとの熔着および急熱によるキレツの発生両面より検討し、さらに良否判定法について検討しつぎのような結果を得た。

(1) ストッパーとノズルの熔着はストッパー切断の原因となる。

(2) 熔着はストッパーとノズルが同質のときは起り易く、異質の場合は起りにくい。特に黒鉛質と粘土質との熔着はきわめて小さい。

(3) 熔着性は熔着試験により判定できる。

(4) 黒鉛質ストッパーの損傷は急熱により発生したキレツに原因する。

(5) 発生したキレツが大きな横キレツの場合はストッパー切断の原因となり、表面剝離および円心状キレツが外周に達したときは湯洩れの原因となる。

(6) 黒鉛質ストッパーのキレツ発生傾向は、1200°C で30分加熱する急熱抵抗試験により明らかにされる。

文 献

- 1) F. H. Norton: Refractories, 579 New York (1949)
- 2) 前川、館野、上田: 耐火物工業, 11, 32~33, (1952)
- 3) 田所: 大日本窯業協会誌, 412 (昭2)
- 4) 毛利: 品川技術パンフレット No.4 (昭24)
- 5) 丹羽、松村: 耐火物工業, 24, 119~123 (1954)

(64) 耐食性軟質スリーブ煉瓦の実用試験について

Practical Test of Erosion-Resisting Soft Sleeve Bricks

H. Ishida, et alii.

播磨耐火煉瓦

工 河内 通・須賀音吉・○石田 寛

I. 緒 言

従来本邦において使用されているトリベ用スリーブ煉瓦の材質はほとんどシャモット質あるいは蠟石質のものであつて熔損少なくかつスポーリング傾向のないものが良いとされていた。

近年スリーブ煉瓦自体の品質はかなり向上しているが未だ改良すべき余地が多々あり特に塩基性平炉における極軟鋼塊製造の場合は鋼滓の侵食がいちじるしく危険な状態におかれているため一層良質のものが強く要求されている。また最近の一般的傾向として黒鉛質ヘッドが盛んに使用されるに至りこれと組合せ使用の際従来のシャモット質或いは蠟石質のスリーブ煉瓦は使用時に生ずる「割れ」現象および熔損に対してはいずれも安定性を欠き特にシャモット質の場合と異なりボトムスリーブがその接触面からいちじるしく侵食されることすらある。その為特に黒鉛質ヘッドに接触するボトムスリーブの優